
UC-NRLF
B 3 733 929



UNIVERSITY OF CALIFORNIA
SAN FRANCISCO MEDICAL CENTER
LIBRARY
SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

IX

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR

M. Charles ROBIN

Membre de l'Institut,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine.

NEUVIÈME ANNÉE

1873

PARIS
GERMER BAILLIÈRE, LIBRAIRE-ÉDITEUR
RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

Londres	New-York
Hipp. Baillière, 219, Regent street	Baillière Brothers, 440, Broadway

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DE TOPETE, 16
1873

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

REPTILES ET BATRACIENS

CLASSÉS

D'APRÈS LEURS AFFINITÉS PAR RAPPORT A CINQ TYPES DONT LES CARACTÈRES SONT EMPRUNTÉS AUX PARTIES LES MOINS MODIFIABLES DU SQUELETTE

Par L. A. SEGOND

Professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

(Suite et fin (1).

IV.

DÉMONSTRATION ANATOMIQUE DES CINQ TYPES ERPÉTOLOGIQUES, FONDÉE SUR LA CONFIGURATION DES PARTIES FONDAMENTALES DU SQUELETTE.

L'analyse suivante, comme pour les mammifères et les oiseaux, doit être dirigée sur les parties les moins modifiables du squelette, c'est-à-dire sur les premiers segments thoraciques, pour s'étendre ensuite à l'ensemble de la colonne vertébrale. Lorsque les dérivés sont nombreux, cette analyse doit aussi s'attacher aux traits principaux fournis par le sternum et la ceinture pelvienne, en réservant à la zootaxie les caractères plus modifiables fournis par les appendices pour la distinction nécessaire des espèces. On

(1) Voyez *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, n° de novembre et décembre 1872.

peut ainsi atteindre le double but que doit se proposer le biologiste, la connaissance des affinités qui lient les espèces et l'appréciation de leurs caractères distinctifs. La série des types doit suivre autant que possible la ligne de dégradation, et, à partir de chacun d'eux, les espèces doivent se déduire par descendance directe ou par mélanges. Avant d'étudier ces divers modes de filiation, nous devons fixer les caractères essentiels qui légitiment les types que nous avons saisis d'un point de vue synthétique et dont le rapprochement ne saurait autoriser en ce moment à une réduction plus simple.

Ayant écarté au point de vue typique les paléosauriens, nous allons rechercher, dans la tortue franche, le crocodile, le lézard ocellé, le serpent python et la grenouille, les véritables principes de la coordination des reptiles.

Tortue franche. — Si quelque hésitation était encore possible sur le choix d'une tortue type, nous nous déciderions d'après la détermination de Cuvier, sans oublier l'ancienne description de G. Caldesi.

L'ostéologie de la tortue franche, dans la deuxième édition des *Recherches sur les ossements fossiles*, ne laisse presque rien à désirer; cependant la grande importance que nous attachons aux parties centrales n'ayant pas attiré au même degré l'attention de Cuvier, nous pourrons encore ajouter d'autres détails importants sur cette partie fondamentale du squelette des chéloniens.

Parmi les traits de comparaison qu'on a signalés entre les tortues et les oiseaux, il en est un qui ne saurait échapper à une vue générale de ces deux types, c'est leur grande homogénéité respective. La constitution des tortues est aussi spéciale dans son genre que celle des oiseaux; aussi, malgré leur variété, peut-on les ramener facilement à un même type. La grande richesse de la classe des oiseaux nous avait déterminé, d'après le mode essentiel d'activité, au choix de quatre types sans lesquels il était difficile d'arriver à un arrangement aussi clair que méthodique; mais, pour les tortues, un seul type doit suffire à la déduction de tous les chéloniens.

Pour faciliter les vérifications et préciser autant que possible les caractères de la colonne vertébrale dans la chélonée franche, je dois dire que j'ai choisi, parmi les squelettes de la galerie d'anatomie comparée du Muséum, une carapace portant l'indice V 79, dont la colonne vertébrale a été séparée pour les besoins de l'enseignement. Cette colonne isolée porte l'indice 2,96 : c'est une carapace de chélonée vergetée dont la dimension est d'ailleurs commode pour l'étude directe. Elle représente un segment d'ovoïde tronqué en avant. Sa plus grande largeur correspond au milieu de la carapace et mesure 40 centimètres, tandis que la corde tendue entre la nucale et la dernière plaque médiane ou sus-caudale, mesure 48 centimètres. Si l'on pose cette carapace sur un plan horizontal, la perpendiculaire abaissée sur ce plan, au niveau de la seconde expansion costale, mesure un maximum de 10 centimètres, c'est-à-dire la moitié au plus de la hauteur de la voûte formée par la carapace d'une chersite de dimension équivalente. Cette carapace, vue en dessus par sa partie convexe, se présente sous la forme d'un bouclier dont la partie centrale pleine se continue d'avant en arrière sans interruption, et dont les bords festonnés se prolongent, à partir du sommet des festons, en appendices qui vont de chaque côté s'implanter dans une bordure continue délimitant le bouclier. Ces appendices ont de 4 à 5 centimètres de long et 1 centimètre de large. La bordure elle-même varie en largeur de 1 à 2 centimètres. Il en résulte, sur le pourtour latéral, une série de vides figurant une sorte d'ornement autour de la partie pleine du bouclier. La bordure aplatie, plus épaisse en dedans, du côté de l'implantation des appendices costaux, a un bord libre arqué qui en avant regarde en bas, en arrière regarde en dehors, et se relève sur le milieu en regardant en haut et en dehors. Ce bouclier, vu par sa face concave, présente les mêmes apparences en sens inverse, sauf le relief formé sur la ligne médiane, par une colonne noueuse qui se continue avec le cou en avant et avec la queue en arrière. Les premiers observateurs qui examinèrent cette colonne vertébrale chez les chersites, ou tortues terrestres, durent la considérer d'une manière fort accessoire par rapport à

l'ensemble de la carapace; mais l'anatomie comparée lui rendit bientôt sa véritable signification, et c'était particulièrement dans les tortues marines qu'on pouvait le mieux établir une démonstration. Ce fut une chélonée que décrivit Caldesi en 1787. Ce fut aussi cette chélonée que Cuvier prit pour type de l'ostéologie comparée des tortues qui précède les *Recherches sur les ossements fossiles*.

Le bouclier dorsal, ou carapace des tortues, est essentiellement formé par la partie centrale du squelette osseux des chéloniens. Nous disons squelette osseux, parce que, pour le moment, la distinction du dermato-squelette pourrait être un sujet de confusion, et que d'ailleurs la juste appréciation de la totalité des pièces osseuses des ostéozoaires ne peut être bien établie que d'un point de vue très-synthétique, embrassant à la fois toutes les pièces ostéomorphes dans leurs relations avec l'ensemble des membranes, dont j'ai donné pour la première fois la théorie dans mon premier volume d'*Anatomie générale*, en restaurant ce degré essentiel d'analyse établi par Bichat, et en le prenant au point où l'avait laissé Henle. Ce bouclier résulte d'une disposition typique dans les formes et les connexions de la série des segments dorso-lombaires, d'après laquelle la partie pleine du bouclier se trouve constituée par l'axe vertébral et ses expansions latérales, étroitement unies ensemble; tandis que la bordure y résulte du prolongement terminal des côtes et de leur insertion sur une série de pièces marginales que Blainville, Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier ont reconnues comme les homologues des côtes sternales représentées chez l'homme par les cartilages costaux.

La partie centrale de ce bouclier dorsal, constituée par les vertèbres thoraco-lombaires et leurs dépendances, se présente du côté concave sous la forme d'un relief noueux formé par la série des corps vertébraux. Le bord inférieur mousse dessine une courbe concentrique à celle de la carapace; il est légèrement ondulé, de manière que les renflements de la courbe correspondent au milieu des corps vertébraux, tandis que, au point de leur réunion, ces corps forment un léger relief. Le premier, très-court, biconcave en avant, convexe en arrière, établit la connexion du

tronc avec la région cervicale de la colonne. Le second, concavo-plane, est plus long; le troisième prend la forme typique; le quatrième, qui est le plus long, mesure 45 millimètres sur la carapace prise pour modèle. Ces corps vertébraux dorso-lombaires, sauf les deux premiers, appartiennent à la catégorie des vertèbres biplanes; ils sont légèrement comprimés latéralement; plus minces dans le milieu du corps que vers les extrémités. Leur face supérieure est creusée d'une gouttière contribuant à la formation du canal rachidien. Cette gouttière est limitée latéralement par deux lames échancrées au niveau du milieu des corps, pour le passage des nerfs rachidiens. Ces lames, vers l'extrémité des corps, sont coupées obliquement de haut en bas et en sens inverse pour chaque vertèbre; il en résulte, au-dessus de la jonction des corps, des intervalles de forme prismatique dans lesquels s'emboîtent des pièces latérales de même forme, appartenant à la partie annulaire des vertèbres. Cette partie médiane et supérieure de l'axe vertébral, en connexion avec les corps, présente une certaine complexité. Pour en comprendre la formation définitive, il faut saisir la métamorphose de cette pièce de la première à la troisième vertèbre thoracique.

A la première vertèbre dorsale, le corps se distingue nettement de la partie annulaire de la vertèbre. Cette partie annulaire présente à considérer : 1° deux condyles qui s'articulent avec le corps de la vertèbre; 2° deux apophyses articulaires antérieures, séparées par une échancrure, à facettes planes regardant en haut et en dedans; 3° deux apophyses articulaires postérieures à facettes regardant en sens contraire, et au-dessus de ces apophyses articulaires, les lames réunies pour former le canal rachidien se terminent en haut par un renflement bilobé qui s'articule par synchondrose avec la première plaque de la série longitudinale des éléments qui constituent, du côté convexe du bouclier, le centre de la carapace.

Si maintenant nous considérons la partie annulaire de la seconde thoracique, nous voyons qu'elle procède comme connexion de la partie antérieure du corps de cette vertèbre. Mais, ici, les apophyses articulaires postérieures sont converties en une lame

qui dépasse légèrement le niveau du milieu du corps de la vertèbre, tandis que la partie médiane s'articule avec la deuxième plaque médiane du bouclier.

Si nous passons à la troisième vertèbre dorsale, nous voyons la partie annulaire atteindre sa forme typique. La partie de l'anneau qui dépend de la partie antérieure du corps de la troisième vertèbre descend en coin entre la deuxième et la troisième, et les apophyses articulaires antérieures, comme les postérieures, sont transformées en lames qui complètent, sur les côtés, le canal rachidien, et qui s'articulent en suture, en avant avec les lames correspondantes de la deuxième dorsale, et en arrière avec les lames correspondantes de la partie annulaire de la quatrième, et ainsi des suivantes. La suture des lames se fait au niveau des échancrures que j'ai signalées sur les lames latérales qui surmontent les corps vertébraux. A partir de ce point, l'alternance de la partie annulaire avec les corps vertébraux entraîne celle des plaques médianes, qui, dès la quatrième vertèbre dorsale, recouvrent exactement les lames annulaires dans toute leur étendue.

Si nous examinons le profil de cette partie centrale, nous remarquons, de bas en haut, la courbe ondulée formée par la face inférieure des corps ; au-dessus, la série des échancrures des lames ; entre les échancrures, au-dessus de l'articulation des corps entre eux, les facettes articulaires destinées à recevoir la tête des côtes ; plus haut, l'angle rentrant formé par la connexion des lames verticales des anneaux avec les plaques médianes ; enfin le bord externe denté de ces plaques, qui s'articule en suture avec les tubérosités aplaties des côtes.

L'axe vertébral, vu du côté convexe de la carapace, présente la série des treize plaques médianes articulées entre elles et avec les côtes, et les deux terminales avec les premières et dernières pièces marginales. Les côtes engrenées avec ces plaques et entre elles, sur une partie de leur longueur, complètent la partie pleine de la carapace.

Du côté concave, on voit la série distincte des têtes des côtes s'articuler entre deux corps vertébraux, et fournir ensuite les longues plaques engrenées qui forment la partie pleine de la cara-

pace. La première côte rudimentaire s'applique à la face interne de la deuxième côte; celle-ci s'engrène, par son bord antérieur, avec la première plaque médiane; par son bord spinal, avec la seconde plaque médiane; sa tête joint la colonne centrale entre la deuxième et la troisième vertèbre. La dixième côte manque de plaque dilatée, comme la première; elle se colle à la neuvième. Dans la chélonée franche, la onzième vertèbre est encore en connexion avec la plaque médiane correspondante à son anneau.

D'après cette disposition, le bouclier dorsal se trouve constitué par huit paires de côtes, portant des plaques longitudinales et latérales, et par les treize plaques de la série longitudinale. Les vides du pourtour de la partie pleine sont remplis par des cartilages, et le bouclier est encadré, de chaque côté, entre les pièces marginales qui reçoivent les extrémités des côtes dans des fossettes creusées sur leur bord interne élargi.

On compte, de chaque côté, onze pièces marginales : l'extrémité de la première côte s'articule avec la troisième pièce, la seconde avec la quatrième, et ainsi de suite, sauf la dernière, qui, au lieu de se porter sur la dixième, s'articule, chez la chélonée franche, avec la onzième pièce marginale.

Si nous suivons maintenant la transformation de ces éléments fondamentaux vers la tête et vers l'extrémité caudale, nous aurons achevé de caractériser ce premier type. Du côté cervical, la spécialisation est rapide, bien que la première dorsale y établisse une sorte de transition. Le corps de cette première dorsale, décrite à tort, par plusieurs auteurs, comme huitième cervicale, présente en avant une double concavité pour recevoir la partie postérieure bilobée de la septième cervicale; celle-ci est plano-biconvexe, la sixième concavo-plane, la cinquième concavo-convexe, la quatrième biconvexe, la troisième et la deuxième convexo-concaves.

La face inférieure des corps cervicaux présente une épine large, saillante, aplatie, se rétrécissant sur la septième cervicale et formant une épine aiguë à la première dorsale. L'axis porte en avant un os isolé correspondant à l'apophyse odontoïde, reçu dans l'arc postérieur de l'atlas. La tête, articulée sur l'atlas, se

meut sur l'extrémité antérieure de l'odontoïde comme sur un pivot. L'atlas, composé de trois pièces distinctes, présente la fosse qui reçoit le condyle occipital et qui est fermée en arrière par l'odontoïde. L'arc postérieur de l'atlas est sans crête épineuse; celle-ci, bien développée sur l'axis, diminue de la troisième à la cinquième cervicale, et s'efface pour reparaître sur la première dorsale. La réunion des lames à la région cervicale se fait sur une étendue de moins en moins grande de la deuxième à la sixième; entre l'épine et l'apophyse articulaire postérieure, on remarque une crête qui se ramasse de plus en plus, d'avant en arrière, et qui forme deux saillies bien distinctes à la sixième et saillantes à la septième cervicale.

A la première dorsale ces deux saillies forment un condyle bilobé sur lequel s'articule la première plaque médiane de la carapace. Les apophyses articulaires postérieures s'articulent sur les antérieures de la vertèbre correspondante.

Les vertèbres sacrées et caudales sont libres sous la partie sus-caudale de la carapace; les corps des vertèbres sont concavo-convexes et diminuent de volume d'avant en arrière. A la région sacrée, ces corps sont larges et aplatis et en connexion avec une pièce allongée, renflée à son extrémité externe, pièce homologue des têtes costales sans plaques. Trois de ces pièces se portent en dehors et forment, par leurs extrémités réunies, une facette articulaire destinée à recevoir l'os coxal. A partir du sacrum, les vingt vertèbres caudales vont en diminuant d'avant en arrière et en se simplifiant; elles sont très-ramassées chez la chélonée franche, et surtout chez la femelle, où la queue atteint à peine le bord postérieur de la carapace.

Pour donner une idée des modifications que le type peut subir dans les parties terminales du rachis, j'emprunterai quelques détails importants pour la notion des vertèbres à un très-beau squelette de serpentine de la collection Vasseur et Tramon. Les corps des vertèbres cervicales, sur la tortue serpentine, portent en dessous une épine saillante. Sur la deuxième cervicale, cette épine se présente sous forme de lame bifurquée et terminée en arrière par deux tubercules. En allant vers le tronc, ces deux tubercules

tendent vers un élément transverse. A la sixième et septième cervicale, les deux tubercules abandonnent la lame épineuse et se soudent à cet élément transverse qui dérive des lames, au-dessous de l'apophyse articulaire antérieure. On peut aussi observer une sorte de dédoublement de l'apophyse articulaire postérieure, bien évident sur les cinq premières cervicales.

Sur les vertèbres caudales on observe une prédominance des masses annulaires. Les corps, larges et aplatis en avant, resserrés en arrière, portent des prolongements latéraux articulés avec des rudiments costaux. Les corps portent, en dessous, une crête simple en avant, bifurquée en arrière. Les masses postérieures circonscrivant le canal vertébral sont soudées au milieu et séparées en avant et en arrière pour former les apophyses articulaires antérieures et postérieures. Les premiers corps vertébraux sont concavo-convexes ; à la troisième caudale, cette disposition est inverse ; à la quatrième, le condyle se soude en avant du corps et tend à devenir intervertébral. Les rudiments costaux sont distincts jusqu'à la quatrième caudale ; après, ils se fondent successivement dans le corps de la vertèbre, et on ne les voit plus à la quatorzième. A partir de la quatrième caudale et dans les dix-sept qui suivent, la bifurcation de la crête inférieure des corps reçoit un os en V, comme dans la queue des crocodiles. Les masses postérieures présentent aussi une particularité : à partir de la quatrième caudale, la portion médiane de l'anneau se distingue des apophyses articulaires et tend à former une épine tuberculeuse, qui augmente de la quatrième à la dixième, où elle se soude à un dermos. Cette saillie diminue ensuite de la dixième à la quinzième caudale.

Le type tortue est si bien caractérisé par les parties centrales de la caparace, que nous pourrions borner ici cette analyse. Nous dirons cependant un mot du bouclier inférieur ou sternum, si bien étudié par Geoffroy Saint-Hilaire. Ce plastron se compose de neuf pièces : huit sont paires ; la neuvième, impaire, est placée entre les quatre pièces antérieures et s'articule avec les deux premières, tandis que son extrémité, prolongée en pointe, s'avance dans le milieu de l'espace compris entre les deux pièces

suivantes. Les deux paires médianes portent des expansions rayonnantes, mais il reste au milieu des quatre pièces unies de chaque côté, et entre elles et le bouclier dorsal, de grands vides remplis par des lames cartilagineuses.

L'étude de la tête des tortues occupera une place importante dans le travail que nous publierons sur la tête des ostéozoaires. Elle a surpris Cuvier, dans ce type, par sa grande variété morphologique, et elle a provoqué de sa part une réflexion que nous devons ici rappeler au profit de notre méthode. Cuvier, après avoir admirablement décrit les formes variées de la tête des chéloniens, observe que les différences dans le reste du squelette, suivant les espèces, ne sont pas aussi considérables que celles de la tête porteraient à le croire. En effet, en ne considérant que la tête, la queue et les appendices des chéloniens, on perdrait entièrement de vue la grande harmonie qui existe dans les parties fondamentales de ce premier type erpétologique, que nous avons maintenant suffisamment caractérisé. Nous allons donc passer à la description du crocodile, et c'est encore à Cuvier que nous demanderons les meilleurs détails sur l'analyse de ce second type.

Crocodile. — Malgré les observations dues à Grew, Gronovius, Laurenti, Lacépède, Schneider, Blumenbach, Camper, et surtout à Geoffroy Saint-Hilaire et Laurillard, on doit reconnaître que la description systématique du crocodile commença dans les œuvres de Cuvier et servit de base à l'analyse des paléosauriens. Cuvier, à cause des questions d'homologie soulevées par Geoffroy Saint-Hilaire, a étudié avec le plus grand soin toutes les pièces de la tête si curieuse du crocodile; mais il a porté le même soin dans l'examen des parties centrales du squelette de ce type, qu'il sépara bientôt des dragones et des sauvegardes, et finalement de tous les autres lacertiens.

La colonne vertébrale du crocodile, composée d'une soixantaine de vertèbres, sept cervicales, douze dorsales, cinq lombaires, deux sacrées et trente-quatre caudales, ne nous présente pas, suivant les régions, les différences tranchées que nous ve-

nons de constater chez le type chélonien. La tête, malgré son volume, se sépare du tronc par une assez grande proportion cervicale ; et, par la disposition des membres postérieurs, le tronc lui-même se distingue de la région caudale. La description des vertèbres va faire ressortir ces distinctions et démontrer la prééminence squelettique du crocodile sur le lézard, et surtout sur le serpent, où la tendance à l'uniformité des segments est évidente. La différence typique du crocodile, par rapport aux lézards, se lit dès les premiers segments thoraciques. Le corps des vertèbres du dos, creusé en long et transversalement, appartient au type vertébral concavo-convexe. Les quatre premières portent une apophyse épineuse inférieure, qui disparaît à partir de la cinquième. On remarque aussi, sur les quatre premières, une crête légère au-dessus de l'articulation de la partie annulaire avec le corps, et ces corps présentent en outre un élément transverse qui s'articule avec la tête des quatre premières côtes thoraciques. A partir de la quatrième vertèbre, cette connexion de la côte avec le corps de la vertèbre disparaît.

La partie annulaire des premières dorsales présente les deux apophyses articulaires postérieures dirigées en arrière et en dehors; leur ensemble, à la région dorsale, forme un relief qui se détache nettement, par une échancrure, de l'expansion latérale de l'anneau, et se termine par une extrémité arrondie. Les apophyses articulaires antérieures, plus restreintes, sont dirigées en sens inverse des précédentes. Entre les deux paires d'apophyses, l'anneau fournit transversalement des expansions latérales en connexion avec la tubérosité des côtes aux quatre premières dorsales et avec la totalité de l'extrémité des côtes, à partir de la cinquième.

Ces expansions transverses, à partir de la cinquième dorsale, se terminent de manière à offrir aux côtes deux facettes d'insertion : une pour la tête, l'autre, terminale, pour la tubérosité. Aux deux dernières la facette est unique. En revenant sur l'ensemble de cette disposition des vertèbres par rapport aux douze côtes thoraciques, si caractéristique chez le crocodile, nous voyons, aux quatre premières, une facette costale sur le corps et une facette

sur l'extrémité de l'expansion transverse de l'anneau; sur les six vertèbres suivantes, deux facettes distinctes sur l'expansion transverse; enfin, sur les deux dernières, une seule facette. Les apophyses épineuses dorso-lombaires sont droites, larges, carrées ; en allant vers la queue, la transition de forme est nuancée. Vers le cou, la différence est plus nette ; déjà la première et deuxième épine dorsale est plus étroite et inclinée, comme celles du cou. Si nous suivons ces différents éléments vertébraux à la région cervicale, nous les verrons subir des modifications caractéristiques. L'atlas, formé de quatre pièces, le corps, les lames et l'apophyse épineuse, s'articule avec l'occipital, l'odontoïde et l'axis. Ces deux premières cervicales portent, sur un pédicule transverse, des lames qui sont les homologues des côtes. A partir de la troisième cervicale, cette homologie est bien évidente. De même qu'après la quatrième dorsale les vertèbres n'offrent plus aux côtes qu'une connexion avec l'expansion transverse de l'anneau, de même en suivant la transformation des éléments vers la tête, la double connexion des fausses côtes cervicales se maintient sur les septième, sixième, cinquième, quatrième et troisième, et devient simple sur l'axis et l'atlas.

Le corps des cinq dernières cervicales est assez semblable. La partie annulaire se réunit au corps par des sutures dentées ; les apophyses articulaires antérieures embrassent les postérieures de la vertèbre correspondante. Les apophyses épineuses, légèrement inclinées en arrière, sont étroites en haut ; le corps des vertèbres porte en dessous une apophyse épineuse courte, fléchie en avant. Ce corps présente aussi un élément transverse comme les quatre premières dorsales. Cet élément transverse est mieux caractérisé sur l'anneau. Ces deux éléments transverses portent les rudiments costaux, sur lesquels on reconnaît la tête de la côte articulée à l'expansion transverse de l'anneau, et à la réunion de la tête et de la tubérosité la côte elle-même, disposée longitudinalement et terminée en pointe en avant et en arrière. Le processus de ces branches longitudinales est facile à saisir, en allant du thorax vers la tête ; on observe sur les trois premières côtes thoraciques, au-dessous de l'angle formé par la réunion de la tête avec la tubé-

rosité, une saillie lamelleuse qui proémine notablement sur la deuxième, et qui, à la première dorsale, est assez saillante en avant pour faire la transition à la fausse côte de la septième verticale.

Les deux vertèbres sacrées portent deux fortes apophyses prismatiques élargies, qui dépendent du corps des vertèbres et qui portent l'os des iles. Chez les jeunes individus, ces éléments transverses, ainsi que les analogues de la région cervicale, se distinguent nettement du corps des vertèbres. A la région caudale, les corps de plus en plus minces et comprimés ont leurs apophyses articulaires verticales jusqu'à la seizième. A partir de la dix-septième, les apophyses articulaires postérieures se réunissent obliquement et forment une échancrure qui s'appuie dans une échancrure plus large formée par les apophyses articulaires antérieures de la vertèbre qui suit. Les apophyses transverses vont en diminuant et disparaissent après la seizième. Les apophyses épineuses se rétrécissent et s'allongent jusqu'à la vingt-troisième, pour diminuer ensuite et disparaître. Toutes les vertèbres caudales, sauf la première, portent en dessous, vers le bord postérieur des corps, deux facettes articulaires qui portent un os en V.

Les côtes, dont nous avons déjà signalé les connexions spéciales, se présentent à la région cervicale sous forme de fausses côtes. Les trois premières dorsales sont nettement bifurquées à la séparation du col et de la tubérosité; sur la quatrième, la division est moins prononcée.

Dans les squelettes bien ossifiés, l'arc costal se compose de trois pièces qui restent distinctes aux points de leur réunion : la côte vertébrale, la côte sternale et une portion intermédiaire plus courte. Vers l'extrémité de la portion vertébrale on remarque, chez le caïman surtout, une expansion qui rappelle l'apophyse récurrente des oiseaux. Le sternum osseux est représenté par une seule pièce, allongée en forme de spatule en avant, et pointue en arrière. Cette pièce osseuse se fixe dans un disque rhomboïdal, qui se dédouble en avant pour recevoir le bord interne des coracoïdiens, et qui s'insère en arrière à l'expansion membraneuse qui soutient les cinq paires de cartilages abdominaux, dont les deux dernières s'appuient sur les pubis.

Lacertiens, il faut ajouter une grande importance à tous les caractères que nous venons d'indiquer, car, dans tous les cas douteux, un trait quelconque, emprunté à l'axe vertébral, peut résoudre sûrement une difficulté.

Chez le lézard, les côtes sont grêles et rondes. A la partie antérieure, l'extrémité interne des côtes est un peu aplatie, disposition plus marquée chez les monitors. Dans plusieurs espèces, les marbrés, les anolis, les caméléons, on observe aussi, après le sternum, des côtes réunies sur la ligne médiane de manière à cercler l'abdomen. Mais chez aucun lacertien nous ne retrouvons cette double connexion des premières côtes avec les premières vertèbres thoraciques.

Le sternum du lézard vert se compose d'une manière toute spéciale. Le centre est occupé par un os en forme de croix. L'extrémité postérieure de la longue croix pénètre, suivant l'axe longitudinal, un plastron cartilagineux ou subosseux, de forme rhomboïdale, qui, par ses bords postérieurs, donne attache à trois côtes, et, par sa pointe du même côté, à deux pièces xiphoïdiennes bifurquées à leur extrémité. Les bords antérieurs de cette pièce rhomboïdale sont reçus dans l'angle rentrant d'une pièce médiane antérieure (*épicoracoïdien* de Cuvier, *toxoïde* de Straus) qui passe sur l'os en croix et s'interpose sur les côtés entre la pièce rhomboïdale et les coracoïdiens. L'os en croix est surmonté, sur la ligne médiane, par les extrémités réunies de deux pièces que M. P. Gervais considère avec raison comme les homologues de l'os en Y des monotrèmes.

Les coracoïdiens s'attachent à la pièce centrale antérieure, par un bord coupé en fer de hache. Le bord antérieur de ce coracoïdien, chez le varan, fournit au plastron un large prolongement qui vient se souder à la pièce centrale antérieure, tandis qu'un second prolongement du même genre, développé au-dessus de la cavité glénoïde, atteint, plus en avant, la même pièce centrale antérieure.

Il résulte de cette disposition deux intervalles de forme ovale entre le coracoïdien et la pièce centrale antérieure. Chez les tupinambis, on observe une disposition différente : les bords posté-

rieurs de la lame rhomboïdale ne donnent insertion qu'à deux côtes, et le bord interne des coracoïdiens, dans les deux tiers de son étendue, est en connexion directe avec les bords antérieurs de la plaque rhomboïdale. L'os en croix est ici un os en T, et sur les deux branches transversales repose, en avant, un os grêle, inséré par son extrémité postérieure sur l'omoplate. Chez les agamiens on rencontre aussi des dispositions particulières qui justifient ce groupe de sauriens.

L'omoplate forme, avec l'extrémité externe du coracoïdien, la cavité glénoïde, et s'élargit sur les côtés du thorax; le bord postérieur de cet os se soude à une plaque cartilagineuse qui continue l'omoplate en arrière et peut s'ossifier avec l'âge.

Telles sont les particularités indispensables à l'établissement du type saurien le plus complexe. Nous croyons inutile de les multiplier davantage.

De nombreux détails seront particulièrement nécessaires quand nous aborderons la théorie des différentes parties du squelette.

Serpent python. — Aucun type ne démontre mieux la relativité de la forme générale du corps que celui des ophidiens. A défaut d'une connaissance exacte des parties fondamentales du squelette, comment pouvait-on éviter de confondre avec de vrais serpents, l'orvet, le scheltopusick de Pallas, l'ophisaure ventral, l'acontias?

Du moment que la comparaison s'est portée des parties modifiables sur celles qui le sont le moins, on a reconnu l'origine lacertienne des anguis; mais la démonstration complète nécessite l'indication des traits fondamentaux qui caractérisent les serpents. La tête des ophidiens a donné lieu à un grand nombre de travaux, mais la description des vertèbres a été souvent négligée par les zoologistes. Leur grande uniformité ne présentait qu'un intérêt général, et la nécessité de coordonner un grand nombre d'espèces devait naturellement porter à une étude minutieuse de l'enveloppe extérieure, qui pouvait seule fournir des éléments zootaxiques; et, devant un groupe aussi homogène, aucun caractère extérieur ne pouvait être négligé.

Cette grande homogénéité des ophidiens va réduire ici notre description à ce qu'elle présente d'essentiel pour légitimer l'établissement d'un type. Cuvier, d'Alton, Schlegel, ont bien insisté sur les particularités qui distinguent les vertèbres des vrais serpents.

Le mémoire de d'Alton renferme d'ailleurs, sur l'ostéologie spéciale du python, des détails précis, accompagnés de figures très-exactes. Ceux que nous allons donner ont été particulièrement vérifiés sur un python de la collection Vasseur et Tramon, et sur les préparations de la galerie d'ostéologie comparée du Muséum.

Ce qui frappe tout d'abord dans le squelette des serpents, c'est l'uniformité et la multiplicité des segments osseux qui se répètent sans accident de la tête à la queue, et qui se composent invariablement d'une vertèbre avec une paire de côtes. Dans ces vertèbres le corps, assez réduit par rapport à l'anneau, présente un condyle hémisphérique régulièrement arrondi en arrière, et une cavité cotyloïde en avant. Au-dessous du condyle se détache une apophyse épineuse qui se porte obliquement, en arrière, sous le corps de la vertèbre qui suit. En avant, de bas en haut, on observe de chaque côté de la cavité cotyloïde un léger renflement en rapport avec la côte, et au-dessus la saillie formée, en avant et en dehors, par les apophyses articulaires antérieures, dont les facettes articulaires regardent directement en haut; au-dessus de la cavité cotyloïde, on observe l'ouverture circulaire de l'anneau vertébral, de chaque côté une échancrure des lames vertébrales, limitée en bas par les apophyses articulaires antérieures, et en haut par une seconde paire d'apophyses articulaires antérieures, procédant des lames vertébrales, et réunies en avant de la base de l'apophyse épineuse; au-dessus de ces deux apophyses surnuméraires et en reculement sur leur réunion médiane, se voit le bord tranchant de l'apophyse épineuse dorsale.

Les deux apophyses surnuméraires sont plus rapprochées de la ligne médiane que les apophyses articulaires placées dessous et un peu en dehors de leur projection. La vertèbre vue par sa face postérieure présente de bas en haut, l'éperon de l'apophyse épi-

neuse inférieure, et à la base de cette apophyse la tête arrondie hémisphérique du corps; immédiatement au-dessus de ce condyle, les lames sont échancrées et l'échancrure est limitée par la saillie des apophyses articulaires postérieures confondues dans le relief postérieur des lames vertébrales; celles-ci forment en arrière un anneau plus évasé qu'en avant et se réunissent à l'apophyse épineuse supérieure, qui les continue directement en haut. Dans l'évasement de l'anneau, sous la portion des lames vertébrales arquées, entre l'apophyse articulaire postérieure et l'apophyse épineuse supérieure, on remarque de chaque côté une facette articulaire dans un angle rentrant destiné à recevoir les apophyses articulaires antérieures surnuméraires. Les apophyses articulaires postérieures recouvrent les apophyses articulaires antérieures ordinaires, reçues dans l'échancrure placée immédiatement au-dessus des parties latérales du condyle hémisphérique.

Le profil de la vertèbre offre de bas en haut, la saillie de l'épine inférieure placée sous le condyle, la facette articulaire ovale placée derrière le renflement qui borne de chaque côté la cavité cotyloïde, l'échancrure postérieure, l'échancrure antérieure, la face latérale des lames, et l'épine supérieure coupée carrément à son extrémité.

L'épine inférieure se montre dès les premiers segments et se continue jusqu'à la soixante-cinquième vertèbre, où elle fait place à une crête mousse. Sa continuité jusqu'à la queue est un des caractères essentiels des vipères et des trigonocéphales. L'épine dorsale croît de la tête vers le milieu du dos, puis décroît graduellement, pour s'effacer dans les derniers segments caudaux; elle est très-légèrement inclinée en arrière, tandis que cette inclinaison est très-prononcée dans l'épine inférieure.

Cette épine dorsale est légèrement étalée à son extrémité et son relief sur l'anneau est plus prononcé en avant qu'en arrière, où elle se fusionne plus tôt dans les lames vertébrales. Pour l'aspect général des segments, nous devons aussi indiquer la courbure du relief formé par les lames entre l'épine dorsale et l'apophyse articulaire postérieure.

Les côtes sont proportionnellement fortes chez le python et les

ophidiens; elles sont surtout bien ossifiées. Leur extrémité libre sert à la progression; leur extrémité articulaire se présente sous forme d'une tubérosité aplatie. Cet aplatissement développe leur facette articulaire et détermine sa forme ovalaire. La courbure des côtes s'effectue de haut en bas et d'avant en arrière.

Cet élément du segment squelettique présente chez les ophidiens plusieurs particularités : la première est le dédoublement de l'extrémité libre de la côte vers la région postérieure. Sur le python que j'ai sous les yeux, ce dédoublement commence sur le 239e segment osseux, et, à partir de ce point, il se maintient sur les côtes des soixante-cinq segments qui suivent, puis la côte redevient simple. Sur un autre python du Sénégal, nous observons ce dédoublement à partir du deux cent quatre-vingt-unième segment. Les derniers segments sont dépourvus de côtes.

Si nous considérons l'ensemble de ces segments en connexion, nous voyons en dessus, de dedans en dehors, la ligne interrompue des épines, le relief des courbures des lames au niveau de l'articulation surnuméraire, et en dehors, le feston des apophyses articulaires. Ce feston, suivant les espèces, peut se compliquer d'une petite saillie aiguë produite par l'extrémité de l'apophyse articulaire antérieure qui dépasse la supérieure placée dessus. Cette apparence est très-marquée sur plusieurs squelettes du Muséum, et en particulier sur celui d'une couleuvre du Cap et sur les hydrophis. On remarque aussi sur la face supérieure la série des vides losangiques entre les lames et les épines. Cet ensemble, vu de profil, offre de haut en bas la série des lames épineuses légèrement inclinées, le bord postérieur des épines s'accompagnant avec la convexité postérieure des lames, et au-dessous, entre la série des insertions costales et des lames, un feston caractéristique résultant du mode de superposition des apophyses articulaires.

Si nous faisons abstraction des ergots décrits par Mayer, nous reconnaîtrons que dans une pareille série de segments non interrompus, par suite de l'absence du bassin et du sternum, nous trouvons un ensemble typique des mieux tranchés au point de

vue statique et dynamique. Donc, sans recourir aux signes fournis par la tête sur lesquels nous reviendrons dans un autre travail, nous pouvons passer à l'analyse du dernier type erpétologique. Mais, en terminant l'étude de ce qu'il y a de caractéristique dans les segments du python, nous devons recommander la comparaison de l'ensemble de la colonne vertébrale chez les ophidiens. Après l'observation exacte d'un certain nombre de squelettes, on ne tardera pas à distinguer, suivant les genres et les espèces, un grand nombre de caractères différentiels d'une valeur incontestable.

Grenouille verte. — Ce dernier type, intermédiaire aux reptiles et aux poissons, présente les caractères les mieux tranchés. La forme de la tête, la brièveté de la colonne, l'absence des côtes, la composition de l'épaule et du bassin, la proportion des membres, tout donne à la grenouille une physionomie des plus spéciales. Mais, pour reconnaître dans les salamandres, les axolotls, les protées, les sirènes, des dérivés de la grenouille, nous devons surtout nous impressionner des parties centrales du squelette sans espérer néanmoins que cette dérivation se fera sans aucun mélange accessoire.

La colonne vertébrale de la grenouille est constituée par neuf vertèbres, rangées uniformément entre la tête et le bassin. A part la première et la dernière, ces vertèbres répondent à l'ensemble des reptiles, elles sont concavo-convexes ; seulement il faut observer ici que le tubercule convexe est intermédiaire et provient de l'ossification du cartilage intervertébral.

Cette considération ne serait pas néanmoins d'une bien grande importance, car nous avons observé les mêmes conditions entre les vertèbres caudales de la serpentine de la collection Vasseur et Tramon. Il est vrai que ce qui se passe dans la queue est moins important que ce qu'on observe dans le tronc.

Chez le têtard de la grenouille, Dutrochet et Cuvier ont pu vérifier qu'avant cette ossification du cartilage intervertébral, les vertèbres sont biconcaves. Ces vertèbres simplifiées et réunies en une petite colonne portent un anneau qui présente à considérer

deux lames, avec leurs apophyses articulaires antérieures et postérieures, et une expansion transverse.

Les lames réunies sur la ligne médiane, pour former le canal rachidien, se joignent sans crête saillante en avant, mais leur jonction se prolonge en arrière sous forme d'une petite épine. De la base de cette épine se détachent, en se dirigeant en arrière et en dehors, les apophyses articulaires postérieures. La lame en avant et sur les côtés donne l'apophyse articulaire antérieure, et c'est en regard de cette dernière apophyse que se détache l'élément transverse. Les apophyses articulaires ont leurs facettes horizontales, les postérieures recouvrant les antérieures.

Les éléments transverses manquent à la première vertèbre; aux deux suivantes, ils se portent transversalement sous le bord postérieur de l'expansion spinale de l'omoplate. Les deux troisièmes, provenant de la quatrième vertèbre, sont plus fortes, un peu plus longues et inclinées en arrière. Les deux suivantes, minces comme les autres, sont également inclinées en arrière. Les cinquièmes et sixièmes regardent directement en dehors. Les septièmes obliquent en avant, et les deux dernières, plus grandes et plus larges, s'attachent par leurs extrémités à l'os des iles.

L'imbrication des lames donne au milieu du dos la série des épines; en dehors, la série des échancrures qui séparent les épines des apophyses articulaires postérieures, et plus en dehors, la série des éléments transverses.

L'atlas, sans apophyses transverses, s'articule, en avant, par deux facettes, avec les deux condyles occipitaux.

La neuvième ou sacrée offre, en arrière, deux tubercules qui s'articulent avec deux facettes d'une pièce unique, aussi longue que la colonne dorsale, et dont l'extrémité atteint au-dessus de l'anus. Le canal vertébral se continue et se termine dans cette pièce, dont le bord inférieur est mousse, et le supérieur tranchant et relevé sur la moitié postérieure de la face dorsale du tronc. Les os des iles contribuent aussi par leur forme et leur direction à charpenter cette moitié postérieure : à partir de l'extrémité des apophyses transverses de la neuvième vertèbre, ils se dirigent

directement en arrière, comme la pièce rachidienne terminale, dont ils répètent la forme et la disposition, et aboutissent, par cette première branche, au-dessus de la cavité cotyloïde. Là les os des iles s'étalent, pour se fusionner avec les pubis et les ischions, en un disque vertical qui offre de chaque côté la cavité cotyloïde. Cette forme spéciale du bassin est surtout préparée chez les dérivés des lacertiens, par le caméléon ; mais elle prend ici un caractère typique. Il en est de même de la ceinture thoracique.

Le sternum se compose de deux pièces bien ossifiées : Une pièce antérieure libre en avant, où elle se termine par une lame cartilagineuse discoïde, qui s'avance sous le plan horizontal du derrière de la tête. Cette première pièce s'élargit en arrière, au niveau des clavicules.

La seconde pièce ossifiée offre des dispositions inverses : elle se prolonge en arrière, pour s'y terminer en une lame cartilagineuse xiphoïdienne en forme de croissant, plus large que l'antérieure, et échancrée sur son bord postérieur ; et en avant, elle s'élargit de la même manière que l'extrémité postérieure de la pièce antérieure. Entre les deux extrémités élargies de ces deux pièces, le plastron est formé par la réunion des coracoïdiens sur la ligne médiane. Chez le crapaud, outre la modification de la pièce antérieure, on observe, au milieu, entre les deux pièces sternales et les coracoïdiens, une lame cartilagineuse intermédiaire. Ce plastron est terminé, en avant, par deux branches transversales claviculaires, qui s'unissent en avant du bord des coracoïdiens, à l'extrémité dilatée de la pièce médiane antérieure, et se portent, par leur extrémité humérale élargie, à la cavité qu'elles forment avec les coracoïdiens et les omoplates. Les coracoïdiens, après avoir servi à constituer le plastron par leur portion sternale étalée, se rétrécissent et viennent aboutir à la cavité glénoïde. Les omoplates sont formées de deux parties : une spinale, subosseuse, étendant la ceinture thoracique en arrière ; une articulaire, osseuse, épaisse, contribuant à la cavité glénoïde, et s'articulant par synchondrose avec le bord externe de la portion spinale. Chez la salamandre et ses dérivés, à côté de la simplification des ceintures thoracique et pelvienne, nous avons un prolongement cau-

dal à pièces distinctes, et le nombre des vertèbres dorsales est plus grand; seulement les corps paraissent convexo-concaves, parce que les pièces interarticulaires se soudent en avant du corps au lieu de se souder en arrière. Le bord postérieur de l'anneau vertébral imbriquant la partie antérieure de la vertèbre suivante, est plus simple que dans la grenouille; les apophyses transverses, réduites, s'adjoignent des rudiments costaux; enfin, les vertèbres caudales, munies d'un os en V, tendent, comme chez les lacertiens, à la double symétrie transversale et antéro-postérieure que nous trouvons plus nette encore chez les poissons. Dans les dérivés de la salamandre, les axolotls peuvent être comparés à la larve de la salamandre.

L'appareil hyoïdien de la grenouille offre le plus grand intérêt sous le rapport de ses métamorphoses. Mais cette étude répond à un autre ordre de questions. Nous terminerons donc ici la détermination du type des batraciens, et nous passerons immédiatement à la distribution générale des dérivés.

V

DISTRIBUTION DES REPTILES ET DES BATRACIENS PAR RAPPORT AUX TYPES ERPÉTOLOGIQUES.

L'histoire des classifications nous a démontré, pour les mammifères, les oiseaux et les reptiles, que du moment où l'on a étudié les parties les moins modifiables du squelette, on est arrivé à des arrangements vraiment méthodiques; et si quelque obscurité règne encore à cet égard sur les dérivations les plus complexes, on peut s'assurer qu'elle se dissipera, dès qu'il sera possible d'observer intégralement tous les animaux difficiles à classer. Cette observation est particulièrement applicable aux reptiles, dont le squelette n'est pas d'une préparation facile dans beaucoup d'espèces. Nous avons cependant étudié au Muséum des pièces d'une grande perfection, dues à M. Sénéchal; nous en dirons autant de celles que nous avons empruntées à la collection Vasseur et Tramon, et qui permettent d'assurer que l'on pourrait aujourd'hui

mettre sous les yeux des observateurs une série de préparations qui ne laisseraient rien à désirer pour l'étude et la détermination des espèces. Ce regret est d'autant plus légitime que la collection des reptiles conservés hermétiquement dans des bocaux est innombrable.

Une circonstance spéciale a servi les arrangements zootaxiques chez plusieurs groupes de reptiles : c'est la traduction morphologique du squelette, à la faveur d'une enveloppe extérieure simplifiée. Cela est surtout évident pour les chéloniens. La dérivation dans ce premier groupe se fait naturellement à partir de la chélonée franche et peut subir des dédoublements. Nous pouvons, pour cette première distribution, accepter les dénominations de Duméril, sauf à présenter les genres dans la véritable ligne de leur déduction naturelle. Les chélonées se déduisent directement du type, les franches d'abord et ensuite les chélonées imbriquées et les caouanes.

A partir de ce dernier genre, on peut rapprocher la *Sphargis* des colonnes suivantes, et continuer la dérivation par les potamites, gymnopodes et cryptopodes ; ensuite par les chélydes, les chélodines et les platémydes, en portant néanmoins la matamata vers la droite, à cause de sa complexité.

La dérivation se continue par les autres pleurodères et les émydes ; et des élodites, nous passons aux chersites par les cistudes.

La ligne de dérivation du crocodile est des plus simples ; elle s'opère des crocodiles aux gavials par l'intermédiaire des caïmans.

La division des lacertiens est celle qui présente le plus de complexité, et la coordination ne pourra atteindre sa perfection qu'avec un nombre suffisant de bonnes préparations squelettiques.

Nous allons néanmoins concevoir son ensemble de manière à y saisir les principales affinités. Cuvier a insisté le premier sur les caractères fondamentaux qui séparent les monitors de l'ancien continent, des sauvegardes du nouveau et des autres sauriens.

Dans cette voie biologique, il est impossible de placer les varans

sous la ligne directe du lézard. Nous agirons de même, d'après les caractères empruntés à la ceinture thoracique, pour les agames, les istiures et les dragons, à la suite des iguaniens propres. Sur la ligne directe du lézard, nous dévierons sur la droite les geckos et surtout les caméléons, pour reprendre la ligne directe avec les scincoïdiens et les anguis. Lorsqu'il nous sera possible de décrire tous les squelettes dérivant du lézard, nous pourrons établir plusieurs rapprochements parallèliques; mais ne voulant rien préjuger à cet égard, nous nous contenterons de cet arrangement qui permet de lire suffisamment les relations générales des lacertiens. Nous reproduirons ici, sauf pour l'arrangement, les dénominations employées par Cuvier.

Pour les ophidiens, nous adopterons surtout, avec M. P. Gervais, la grande division entre les colubridés et les vipéridés, en conservant les dénominations de Cuvier; et en attendant de faire une analyse plus profonde du squelette, nous rangerons les amphisbènes et les typhlops, d'après nos premières observations, dans la colonne des lacertiens, contre celle des serpents.

Les batraciens ne présentent aucune difficulté; il faut seulement, après la dérivation directe, porter les salamandres et leurs dérivés contre la ligne des saurophidiens et les cécilies vers la limite entre les batraciens et les poissons.

Dans la seconde partie du tableau réservée aux paléosauriens, nous avons adopté les dérivations les moins douteuses, mais cette partie de la coordination ne pourra être rectifiée que par de nouvelles observations. Malgré les différents caractères de dégradation de l'ichthyosaure, nous avons dû le laisser dans la ligne du crocodile, à cause de la double connexion des premières côtes avec la colonne vertébrale. Pour une raison du même ordre, nous avons placé les plésiosaures et les ptérodactyles dans la ligne des lacertiens.

Le tableau suivant est le résumé de notre travail sur les reptiles; nous ne tarderons pas à le faire suivre de celui relatif aux poissons. Les ostéozoaires se trouveront alors coordonnés d'après l'ensemble de leurs affinités, par rapport à un petit nombre de types, et nous pourrons aborder sans confusion une théorie du

squelette qui servira de base à l'établissement classique du procédé comparatif, sans lequel la biologie statique s'éterniserait dans son préambule histologique, sans jamais aborder la solution définitive des grandes questions sur la notion d'organisme et de vie qui ont passionné les savants de la première moitié de notre siècle. Le grand intérêt de ces questions se ranimera le jour où les biologistes pourront les reprendre à la clarté d'une méthode déduite des inspirations positives de nos devanciers.

REPTILES et BATRACIENS

Classés d'après leurs affinités par rapport à cinq types dont les caractères sont empruntés aux parties les moins modifiables du squelette, par L. A. Segond (Paris, 1872).

OISEAUX.

Tortue franche.	Crocodile du Nil.	Lézard vert ocellé.			Serpent python.	Grenouille verte.
Thalassites. *Chélonées.* vergetée. tachetée. marbrée. imbriquée. caouane. de Dussumier. *Sphargis.* S. luth. Potamites. *Gymnopodes.* *Cryptopodes.* Elodites. *Chélydes.* Matamata. *Chélodines.* *Platémydes.* *Sternothères.* *Pentonyx.* *Podocnémides.* *Peltocéphales.* *Cinosternes.* *Staurotypes.* *Emysaures.* Serpentine. *Platysternes.* *Tetronyx.* *Emydes.* *Cistudes.* Chersites. *Cinixys.*	Crocodiliens. *Crocodiles.* rhombifère. de Graves. vulgaire. à casque. à deux arêtes. de Morelet. à museau effilé. à nuque cuirassée. de Journu. *Caïmans.* à paupières osseuses. à museau de brochet. à lunettes. cynocéphale. à points noirs. *Gavials.* Gavial du Gange.	*Monitors* ou *Tupinambis.* T. du Nil ou Varan. T. terrestre. T. indien. T. du Congo. T. du Bengale. *Agames.* *Istiures.* *Dragons.*	*Sauvegardes.* *Dragones.* *Ameivas.* *Algires.* *Tachydromes.* *Stellions.* *Iguanes.* *Ophryoesses.* *Basilics.* *Marbrés.* *Ecphimotes.* *Oplures.* *Anolis.* *Scinques.* *Seps.* *Bipes.* *Chalcides.* *Bimanes.* *Orvets.* *Pseudopus.* *Acontias.* *Ophisaure.*	*Geckos.* Platydactyles. Hémidactyles. Thécadactyles. Ptyodactyles. Sphériodactyles. *Sténodactyles.* *Gymnodactyles.* *Phyllures.* *Caméléons.* *Amphisbènes.* Leposternons. *Typhlops.*	Serpents non venimeux. *Couleuvres.* Cerbères. Xenopeltis. Hétérodons. Hurria. Dipsas. Dendrophis. Dryemes. Dryophis. Oligodon. *Boa.* Scytales. Eryx. Erpétons. *Rouleaux.* *Acrochordes.* Serpents venimeux. *Crotales.* Trigonocéphales. *Vipères.* Naja. Elaps. Micrures. Platures. Triméresures. Oplocéphales. Acanthophis. Echis. Langaha. *Bongares.* *Hydres.* *Hydrophis.* *Pélamides.* [illegible]	Grenouilles. rousse. jakie. taureau. criarde. tigrée. ocellée. ponctuée. galonnée. rosée. tachetée. *Ceratophrys.* Rana cornuta. megastoma. scutata. Daudini. clypeata. granosa. *Dactylèthres.* lisse. ovale. Crapauds. commun. des joncs. brun. variable. accoucheur agua. à ventre jaune. bossu. de Surinam. *Pipa.* Rainettes. commun bicolore. patte d'oie. à tapirer. flûteuse. blanc rayé. à verrues. oculaire. à bandeau. géographique. fémorale. squirelle. bleue. brune.

POISSONS.

Pyxides. *Homopodes.* *Tortues.*				*terrestres.* *aquatiques.* marmorata. alpestris. cristata. punctata. palmata. Grande Salamandre de l'Amérique sept. *Amphiuma.* *Axolotls.* *Menobranchus.* *Protées.* *Sirènes.* *Siphonops.* lacertine. intermédiaire. rayée. *Cæcilia.* *Ichthyophis.*

REPTILES ET BATRACIENS FOSSILES.

CHÉLONÉES. des sables de Montpellier. de Maestricht. d'Aix. Sphargis. Pseudostracion (P. Gervais.) ELODITES. Elaverensis. Brongniarti. Bullochii. TRIONYX. de Beauvais. vittata. granosa. des plâtrières de Paris. des plâtr. d'Aix. des molasses de la Gironde. TESTUDO.	DINOSAURIENS. Hylæosaurus. Mystrisaurus longipes. Teleosaurus de Geoffroy. Thecodontosaurus. Simosaurus. Nothosaurus mirabilis. Ichthyosaurus.	PALÉOSAURIENS. Lacerta ocellata. *Iguanodons.* *Chlamydosaure.* *Dicynodon.* *Mosasauridés.* *Homéosauridés.* *Dolichosauridés.* ENALIOSAURIENS. Plésiosaures. PTÉRODACTYLES.	OPHIDIA. *Colubriformes.* C. sansaniensis. C. Gervaisii. Palæophis giganteus. *Vipera.*	RANA. SALAMANDRA. *Labyrinthodontes.* *Archégosaure.* *Telerpeton.* *Actinodon.*

NOTE

POUR SERVIR A L'ÉTUDE

DE QUELQUES PAPILLES VASCULAIRES

(VAISSEAUX DES POILS; SUBSTANCE MÉDULLAIRE DES POILS)

Par le Dr Mathias DUVAL

PLANCHES I ET II.

La présence d'une petite papille dermique vasculaire, au milieu du bulbe du poil, est un fait acquis depuis longtemps à la science : cette papille est courte, pédiculée, et se termine en massue. C'est ainsi qu'on peut la voir représentée dans tous les traités classiques d'histologie.

Quand on fait une injection fine, dans le but d'obtenir une préparation complète de cet organe, il arrive souvent que la matière colorante semble s'échapper par rupture des anses vasculaires de la papille et se répandre dans le canal médullaire du poil. Cependant des préparations de ce genre par injection opaque nous avaient paru présenter une certaine régularité dans la manière dont cette infiltration se fait dans le canal médullaire : il semblait qu'il y eût là des canaux préexistants, des vaisseaux peut-être, qui montaient plus ou moins loin dans l'axe du poil. Quelques recherches bibliographiques sur ce sujet nous amenèrent à consulter deux mémoires peu connus, publiés dans ces dernières années dans les *Archives de Reichert et du Bois-Reymond :* les auteurs de ces travaux (Steinlin et Nathusius) (1) décrivaient un réseau vasculaire très-complet dans tout le canal médullaire du poil, et arrivaient à une interprétation toute nouvelle de la nature de cette

(1) Voyez W. v. Nathusius, *Ueber die Marksubstanz verschiedener Horngebilde die Entwicklung des Knorpels*, etc. (*Archiv. von Reichert und du Bois-Reymond*, 1869, p. 69). — Steinlin. *Henle und Pfeufer's Zeitschrift*, Bd. IX, P. 153, n. 283.

substance médullaire, qu'ils considéraient comme formée dans toute son étendue par une papille dermique plus ou moins modifiée à son extrémité. Cependant l'exagération évidente de cette manière de voir, le peu de crédit qu'elle avait trouvé même auprès des histologistes d'outre-Rhin, l'imperfection de nos propres préparations, tout nous faisait hésiter à voir, dans la disposition que nous avions nous-même sous les yeux, autre chose que le résultat d'une de ces ruptures, si fréquentes dans les injections, et qui ont déjà donné lieu à tant d'erreurs en anatomie.

C'est alors que M. Legros voulut bien mettre à notre disposition, et ses appareils d'injection, et des pièces injectées par lui avec tout le soin qu'il apporte à ce genre de préparations. Qu'il nous soit permis de le remercier ici de nous avoir mis à même de continuer ces recherches par la complaisance avec laquelle il nous a aidé de toutes les ressources du laboratoire et de sa riche collection de pièces injectées. On trouvera, dans le *Traité du microscope* de Ch. Robin (page 14), la description de l'appareil à pression continue, qui permet de modérer la pression et d'éviter presque à coup sûr les ruptures : on se met encore plus sûrement à l'abri de ces accidents, et l'on réunit toutes les conditions d'une belle injection capillaire, en procédant ainsi que M. Legros l'a depuis longtemps indiqué, c'est-à-dire en faisant l'injection sur un animal encore chaud, tué par hémorrhagie, alors que la contractilité artérielle est encore conservée. (Voy. Legros et Onimus, *Recherches expérimentales sur la circulation, et spécialement sur la contractilité artérielle*, dans *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1868, page 362.)

Sur les préparations ainsi obtenues, par injection transparente (carmin et gélatine, ou aniline et glycérine), et que l'on peut examiner par suite avec de forts grossissements, il n'y a plus de doute à avoir : les vaisseaux de la papille du poil vont au delà de la partie renflée de cette papille, ou, pour parler plus exactement, cette papille elle-même présente un prolongement allongé qui pénètre dans le canal médullaire. Nous allons d'abord étudier ce prolongement vasculaire tel que nous le montrent nos préparations; nous chercherons à déterminer le niveau et le mode de

terminaison des petits vaisseaux; nous aurons, à ce point de vue, à examiner les rapports de la substance médullaire avec la papille en question : nous verrons qu'il existe réellement une substance médullaire, bien distincte de la papille, et nous serons par suite conduits à infirmer les résultats des recherches et des exagérations théoriques de Steinlin et de Nathusius. Enfin, l'étude de la papille vasculaire des *plumes* pendant leur développement nous fournira des points de comparaison intéressants au point de vue de la morphologie générale de ces petits appareils.

Poils tactiles du chat et du lapin.

La figure 1 représente la racine d'un long poil du museau du chat : on voit le réseau vasculaire de la papille du bulbe (A) se continuer en une anse vasculaire qui parcourt une certaine longueur de l'axe de la racine du poil, pour se terminer en B.

La figure 2 montre une disposition semblable sur un poil tactile du lapin; seulement ici on voit que les capillaires de la papille bulbaire (A, A') sont distincts des petits vaisseaux qui montent dans l'axe du poil (B, B').

L'examen d'un très-grand nombre de préparations semblables à celles que nous avons reproduites par le dessin à la chambre claire ne laisse aucun doute sur l'existence du ou des prolongements vasculaires qui parcourent une certaine longueur de l'axe du poil; leur étude avec le microscope stéréoscopique montre parfaitement leur disposition en petit réseau (fig. 2), et rend très-évidente l'anse terminale la plus élevée.

L'étude de ces vaisseaux avec un fort grossissement ne nous a pas permis de distinguer la paroi vasculaire, qui, distendue et imbibée par l'injection, se dérobe à l'examen; mais on peut du moins établir deux faits importants : c'est que le tissu qui entoure les vaisseaux, et qui forme à leur niveau la partie centrale du poil, est un tissu presque amorphe, vaguement fibrillaire, une forme embryonnaire du tissu conjonctif (comme le tissu de la pulpe dentaire, par exemple). C'est, en second lieu, qu'à partir du point où se termine l'anse vasculaire centrale, on trouve dans l'axe du reste du poil la véritable substance médullaire classique, c'est-à-dire

des cellules arrondies, ou polyédriques, à cavité distincte de la paroi, souvent aplaties et ayant perdu leur noyau comme les cellules superficielles de l'épiderme.

L'anse vasculaire centrale du poil ne monte pas très-haut dans celui-ci : elle parcourt à peine la moitié de la racine, et ne paraît jamais arriver jusqu'au niveau de la partie libre (tige) du poil; c'est ce que l'on voit dans la figure 3.

Nous n'avons trouvé ce prolongement vasculaire, ou, comme nous pouvons le dire dès maintenant, ce prolongement axial de la papille que dans les gros poils tactiles de la moustache du chat et du lapin; il est probable que la même disposition doit se rencontrer dans les poils semblables des autres animaux, mais rien de pareil n'existe dans les poils ordinaires qui forment le pelage général des mammifères. Nous pouvons donc déjà en inférer que la disposition des gros poils en question ne doit en rien modifier les idées reçues sur la morphologie générale des productions pileuses. Peut-être le prolongement papillaire des poils en question est-il en rapport avec leurs fonctions évidentes comme organe du toucher (poils tactiles), et il sera intéressant de rechercher les nerfs qui, sans doute, accompagnent ces vaisseaux (1). Nous allons voir que dans certaines productions pileuses ou cornées, la présence de papilles vasculaires semblables se constate dans les premières périodes du développement de ces organes : telles sont les plumes, et surtout les grosses plumes de l'aile des oiseaux.

Plumes des oiseaux.

Les plumes se forment comme les poils : à leur début, ces appendices cutanés diffèrent très-peu les uns des autres. Mais la papille de la plume naissante est relativement énorme; la figure 8 représente cette papille sortant de son follicule et recouverte d'un étui corné (fig. schématique, d'après Carolus Reclam) (2). Lorsque

(1) Voyez à ce sujet les recherches encore peu concluantes de Burkard : *Ueber Nervenendigungen in den Tasthaaren der Saügethieren* (*Centralblatt*, n° 33, 1871) et M. J. Dietl, *Untersuchungen über Tasthaare* (*Wiener Akadem. Sitzungsb.* LXIV, Abth, I, p. 62).

(2) Voyez Carolus Reclam, *De Plumarum pennarumque evolutione, disquisitio microscopica*. Lipsiæ, 1846.

l'on étudie les plumes de l'aile d'un jeune pigeon, déjà longues de 3 ou 4 centimètres, et composées d'un tuyau de l'extrémité libre duquel s'échappe déjà les pinceaux de poils qui constitueront la partie libre (tige et barbes) de la plume, on s'aperçoit, même sans injection, que dans ce tuyau se prolonge le *bulbe plumigène* sous la forme d'un boudin très-long et très-vasculaire. La figure 5 représente ces différentes parties de la jeune plume ouverte et disséquée. Nous n'avons pas à étudier ici les phases bien connues de cette évolution, phases que Sappey a nettement résumées dans les lignes suivantes : « Quant aux plumes, si différentes des poils, lorsqu'elles ont acquis tout leur accroissement, elles en diffèrent, en réalité, très-peu au début de celui-ci. De part et d'autre, on observe un follicule du fond duquel s'élève une papille. Chez les mammifères, la papille est recouverte par un poil toujours unique; chez les oiseaux, elle est recouverte par un pinceau de poils. Chez les premiers, la couche cornée de la tunique interne du follicule s'arrête à la base du poil; chez les seconds, elle remonte sur le pinceau du poil (voy. fig. 5), et l'embrasse dans sa cavité d'abord parfaitement close. Mais bientôt l'enveloppe cornée du pinceau s'entr'ouvre vers sa partie supérieure; par cet orifice s'échappe alors tout le pinceau. Puis, le contenu et le contenant croissent rapidement en longueur et en épaisseur. Pendant cet accroissement, les poils se disposent à droite et à gauche de la tige cornée pour constituer les barbes de la plume. En même temps, leur extrémité profonde est résorbée, et la substance cornée, restée seule inférieurement, affecte la forme d'un canal solide, flexible et transparent (1). »

C'est uniquement sur la formation et sur la nature du contenu de ce canal (tube ou tuyau de la plume) que nous devons nous arrêter ici. Ce tuyau est primitivement rempli par la pulpe vasculaire dont nous avons précédemment parlé (voy. fig. 4 et 5); chez l'animal adulte, il renferme des lamelles grisâtres, transversales ou obliques et entrecroisées : c'est ce que l'on appelle la *moelle du tuyau de la plume*. Reichert, Schrenk, admettent que cette

(1) Sappey, *Anatomie descriptive*, 1872, t. III, p. 602.

moelle est formée par la papille desséchée, par la pulpe ratatinée et modifiée (1). S'il en était ainsi, cette disposition viendrait singulièrement à l'appui de l'opinion de ceux qui ont voulu voir dans la substance médullaire des poils le reste d'une papille dermique; mais ici encore nos préparations nous ont donné des résultats entièrement opposés à cette manière de voir.

Si l'on étudie l'énorme papille vasculaire des plumes d'un jeune pigeon, on remarque qu'à mesure que la plume se développe, la papille tend à s'atrophier : cette atrophie commence par son extrémité supérieure.

La figure 4 représente ce commencement d'atrophie : on voit que l'extrémité de la papille, de ronde et pleine qu'elle était primitivement (fig. 8), est devenue mince et grêle; mais elle est toujours parfaitement circonscrite : ses vaisseaux vont jusqu'à sa périphérie; en un mot, elle ne se dessèche, elle ne se momifie en aucune de ses parties. En observant des plumes de plus en plus développées, on voit que la papille, à mesure qu'elle se rétracte, par atrophie et par résorption, entraîne avec elle les lamelles les plus voisines (par suite les plus internes) du tube corné; ces lamelles ne peuvent suivre qu'un instant la papille vasculaire dans sa marche rétrograde; elles restent successivement échelonnées dans le tube qui se vide; elles y restent sous forme de cloisons plus ou moins complètes, qui marquent comme les principales étapes du retrait de la pulpe vasculaire. Enfin, lorsque la plume est complétement développée, la pulpe ne se présente plus que sous la forme d'une papille fungiforme, encore très-vasculaire et à limites très-nettes : au-dessus d'elle, on voit les lamelles précédentes d'autant plus nombreuses et d'autant plus serrées, qu'elles sont d'une formation plus récente. La figure 6 représente cette disposition très-accentuée chez un animal adulte. La papille est injectée : on voit qu'elle présente encore un très-beau réseau vasculaire (fig. 6, A).

Les préparations de ce genre, et surtout leur étude par séries correspondant aux phases du développement dont nous n'avons

(1) Voy. Fr. Leydig, *Histologie comparée*, trad. franç., p. 100.

représenté que les points extrêmes, ne peuvent laisser aucun doute sur la provenance de la moelle du tuyau de la plume. Du reste, la nature de cette moelle avait été dès longtemps précisée par Ch. Robin : « Ces lamelles sont formées de cellules d'épithélium pavimenteux, la plupart sans noyaux, fortement soudées ensemble et adhèrent à la face interne du tuyau qu'elles tapissent. » Il ne faut pas confondre cette *moelle du tuyau* avec la moelle de la tige, « moelle opaque, blanche, homogène, composée de petites cellules polyédriques régulières, sans noyau, à paroi mince et à cavité entièrement pleine d'air (Ch. Robin). »

Poils du porc-épic et du hérisson.

Les faits précédents, empruntés à l'étude des plumes, nous permettront de comprendre, par analogie, les faits relatifs à la structure des poils du porc-épic et du hérisson.

D'après Nathusius (1), les poils du porc-épic renfermeraient dans leur partie centrale une papille vasculaire longue et multiple, c'est-à-dire munie de papilles secondaires rayonnant sur les côtés du prolongement principal. La figure 9, empruntée à cet auteur, résume la manière dont il conçoit la structure de ces productions cutanées.

En reproduisant des coupes semblables sur les piquants de ces animaux, il nous a semblé au premier abord rencontrer quelque chose de semblable à ce qu'a décrit Nathusius. Pas plus que cet auteur, nous n'avons été à même d'opérer sur des pièces injectées ; la démonstration directe de vaisseaux nous était donc difficile ; mais il nous semblait que la partie centrale d'une coupe perpendiculaire à l'axe du poil nous présentait en effet un tissu que son aspect et ses réactions rapprochaient de la nature d'un prolongement dermique. Le tissu central se présente (fig. 7, A) sous la forme d'une cloison multiple, à branches rayonnées, qui paraît subdiviser l'ensemble du poil en une série de masses secondaires.

Mais en étudiant des coupes parallèles à l'axe de ces piquants,

(1) Voy. *Op. cit.*, p. 62.

et surtout en les étudiant successivement à leurs différentes périodes de développement, on arrive facilement à se rendre compte de la nature des diverses parties de ces énormes poils, et à interpréter l'aspect qu'ils présentent quand on en examine une fine tranche. Ainsi, on voit que les poils jeunes, ceux qui proéminent à peine au dehors de la peau (étudiés sur des embryons de hérissons) présentent une papille centrale (1) qui se prolonge assez loin dans leur intérieur (fig. 10).

A mesure que le poil se développe, cette papille reste stationnaire, et même s'atrophie et se rétracte (fig. 11). On voit alors que la partie centrale du poil (C, fig. 11), qui se trouve immédiatement au-dessus de cette papille et qui en forme comme le prolongement, prend un aspect cloisonné, c'est-à-dire qu'elle se compose de lamelles de substance cornée placées en séries superposées, d'une manière analogue, mais avec plus de régularité que dans le canon de la plume de l'oiseau ; de plus, ici, ces cloisons horizontales sont coupées par des cloisons verticales, ce qui donne avec la cavité du poil un aspect assez régulièrement aréolaire (fig. 12). L'étude histologique de ces cloisons montre qu'elles se composent de cellules épithéliales cornées et aplaties, identiques avec celles de la moelle du tuyau de la plume de l'oiseau (fig. 15, A, *a*). Quant à la papille dermique, elle s'atrophie de plus en plus, et la place qu'elle a primitivement occupée est marquée, dans la racine du poil, par une série de cloisons tout à fait analogue à celles du tube corné des plumes. La figure 12 (A) montre l'aspect de cet espace primitivement occupé par la papille, aspect qui pourrait faire croire, par un examen superficiel et avec un faible grossissement, à l'existence d'un prolongement dermique ; mais l'examen d'un poil complétement développé, et avec un grossissement un peu plus considérable, suffit pour montrer (fig. 13) la papille dermique atrophiée et réduite à une petite saillie fongiforme (fig. 13, A) comme dans les plumes adultes, tandis qu'au-dessus d'elle, dans le centre du poil, on aperçoit les cloisons de tissu

(1) *Tissu phanérophore ou phanérogène* (Ch. Robin, Programme des cours d'histologie, 1870, p. 278).

corné, qui, ici encore, par leur superposition, marquent comme les principales étapes du retrait de la papille (fig. 13, B).

Enfin, une coupe longitudinale complète d'un piquant de porc-épic montre qu'il n'y a aucune connexion entre les cloisons de la cavité du corps (partie libre du poil) et le faible reste de papille qui se voit encore à la base de la racine. On voit (fig. 14) que la racine présente un collet très-mince (C), formé presque uniquement de substance cornée; puis, la partie libre du poil devient très-volumineuse, et présente une large cavité très-régulièrement cloisonnée (D), d'après le mode que nous avons indiqué précédemment. Si maintenant nous revenons à l'étude d'une mince tranche de cette partie (fig. 7), nous pouvons facilement en interpréter les aspects et en comprendre la structure. Le poil se compose d'une couche corticale (C), identique avec celle de tous les poils, c'est-à-dire formée de cellules pâles, très-minces, soudées les unes aux autres (substance cornée) ; cette enveloppe corticale envoie dans l'intérieur du poil quelques prolongements qui pénètrent peu profondément (E). D'autre part, le centre du poil présente des cloisons ramifiées, d'aspect très-variables, selon le niveau de la coupe (A); mais en dissociant les éléments de ces cloisons, on reconnaît qu'elles se composent aussi de cellules cornées, tout à fait identiques avec celles que nous avons étudiées dans les cloisons dites moelle du tuyau de la plume (fig. 15, A, *a*); enfin, entre la couche corticale et les cloisons du centre, on trouve une substance homogène (fig. 7, B) et formée de cellules assez volumineuses, rondes ou polyédriques par pression réciproque, à parois minces, à cavité pleine d'air (fig. 15, B). Ce tissu, d'après sa composition, doit être regardé comme la moelle proprement dite, comme correspondant exactement à la *moelle de la tige* de la plume.

Nous voyons donc en somme que, sous ce rapport, le piquant du porc-épic présente les plus grandes analogies avec la plume de l'oiseau; en nous servant des expressions de *moelle de tuyau* et de *moelle de tige*, expressions dont la première n'a rien de légitime, mais que nous pouvons conserver provisoirement pour constater les analogies, nous voyons que dans le piquant du porc-épic nous trouvons côte à côte, et développées dans le corps du

poil, la *moelle de tuyau*, qui en cloisonne la cavité, et la *moelle de tige*, qui remplit les espaces circonscrits par ces cloisons.

Quant à l'erreur de Nathusius, à propos des piquants du porc-épic, elle est exactement du même ordre que celle de Reichert et de Schrenk, à propos des plumes. Ce que ces derniers considéraient dans le tuyau de la plume comme des restes de papille dermique desséchée, Nathusius l'a considéré dans les piquants comme les traces d'une papille plus ou moins transformée (1). Dans l'un comme dans l'autre cas, nous sommes simplement en présence de lamelles de substance cornée, différant un peu de la substance cornée corticale : ainsi, cette substance cornée centrale se laisse assez facilement colorer par le carmin; c'est cet aspect qui nous avait d'abord porté à voir dans ces cloisons centrales un tissu différent des éléments généraux du poil. Dans la figure 7, nous avons représenté les cloisons centrales plus foncées que les parties périphériques, pour rendre l'effet produit par l'imprégnation au carmin. Mais cet aspect grossier ne peut suffire pour maintenir une erreur que renverse l'étude des éléments histologiques de ces cloisons.

(1) Voici comment Schweiger-Seidel analysait, sans paraître y ajouter trop de confiance, le travail de Nathusius (*Jahresbericht über die Leistungen und fortschritte in der gesammte Medicin;* Virchow und Aug. Hirsch, année 1870, p. 48).

« Von Nathusius revient sur la proposition qu'il avait déjà soutenue dès 1866, à savoir que la substance médullaire des différentes productions cornées ne provient point de cellules cornées qui se modifient, *mais d'un tissu qui est une transformation directe de la substance connective de la papille.* Les modifications que subit le tissu de la papille, quand elle se transforme en substance médullaire, peuvent être très-variées et rappellent par exemple dans certains cas le tissu connu sous le nom de *cartilage cellulaire.* Les parois des cellules sont résorbées et à la place de leur contenu (*Dotter, vitellus*) se produisent des excavations remplies d'air qui peuvent encore contenir des noyaux rudimentaires. Les recherches spéciales de l'auteur portent sur les poils de chevreuil, sur le sabot du cheval, sur les piquants du porc-épic, et sur la lèvre supérieure du veau (cet espace privé de poils qui s'étend entre l'ouverture des narines et la lèvre supérieure) ; là aussi il prétend avoir constaté des prolongements directs des papilles traversant l'épiderme pour aller jusqu'à la superficie de la peau. »

EXPLICATION DES PLANCHES I ET II.

PLANCHE I.

Fig. 1. — Racine d'un poil tactile du museau du chat.

A, papille du bulbe du poil.

B, prolongement de cette papille (vasculaire.)

C, substance corticale du poil.

d, épiderme de la racine du poil.

e, *f*, graines interne et externe de la racine.

g, tissu érectile qui entoure la racine du poil.

Fig. 2. — Poil tactile de lapin.

aa', réseau vasculaire de la papille.

bb', vaisseau du prolongement axial de cette papille.

Fig. 3. — Coupe de la peau du museau (lèvre supérieure) d'un jeune chat.

aa, poils tactiles.

bb, leurs papilles vasculaires.

cc, prolongements vasculaires de ces papilles atteignant à peine la moitié de la hauteur de la racine.

Fig 4. — Plume de jeune pigeon ouverte de manière à montrer la papille vasculaire qui est déjà en voie d'atrophie.

Fig. 5. — Papille d'une plume, à un état moins avancé d'atrophie.

b, papille vasculaire.

a, canon de la plume.

c, barbes de la plume, dont les unes sont encore enroulées sur la papille.

Fig. 6. — Papille de la plume à son dernier degré d'atrophie sur un oiseau adulte.

a, papille (fongiforme et encore très-vasculaire.)

c, tuyau de la plume;

b,*b*, lamelles qui constituent ce qu'on nomme la *moelle du tuyau*.

Fig. 7. Coupe d'un poil de porc-épic.

c, substance corticale.

a, cloisons centrales.

b, cellules médullaires.

e, prolongements de la substance corticale.

PLANCHE II.

Fig. 8. — Figure schématique du développement de la plume d'oiseau (d'après Carolus Reclam.)

Fig. 9. — Coupe d'un poil de porc-épic d'après W. v. Nathusius. Pour cet auteur, cette figure, évidemment schématique, montrerait en *a* une papille

vasculaire centrale, avec de petits prolongements papillaires latéraux (*b*,*b*,) ; — en *c*, une couche de Malpighi sur ces papilles ; en *d*, la couche corticale cornée du poil.

Fig. 10. — Poil de hérisson au début de son développement, lorsqu'il est encore en entier inclus sous la peau.

a, papille (tissu phanérophore.)

a, son extrémité terminale située très-loin dans le jeune poil.

b, substance du poil.

Fig. 11. — Papille semblable, mais déjà très-atrophiée sur un poil plus avancé de porc-épic.

a, papille (tissu phanérophore).

bb', deux prolongements en voie de rétrocession.

c, cloisons de la cavité du poil et moelle de tuyau.

d, substance corticale du poil.

e, gaîne de la racine du poil.

Fig. 12. — État complet d'atrophie de la papille.

a, place qu'elle a occupée.

b, *c*, cloisons de la cavité de la tige du poil.

Fig. 13. — Une préparation semblable à la précédente, mais à son grossissement de 250.

a, papille du poil adulte.

b, cloisons de substance corticale disposées dans la cavité du poil exactement comme les lamelles de la moelle du tuyau de la plume.

Fig. 14. — Poil adulte du porc-épic vu dans son ensemble.

a, papille du poil presque nulle.

b, *c*, *d*, différents aspects de la substance médullaire, dans le bouton du poil, dans la racine et dans la tige.

Fig. 15. — Éléments cellulaires de la moelle de la cavité centrale d'un poil de porc-épic.

A, les cloisons (*a*), et les grosses cellules.

b, les grosses cellules pleines d'air, et ayant conservé encore un noyau collé sur la paroi.

DE

LA LOCOMOTION TERRESTRE

CHEZ LES BIPÈDES ET LES QUADRUPÈDES

Par M. MAREY
Professeur au Collége de France.

Les modes de locomotion que présentent les différentes espèces animales sont si variés, que même en réduisant cette étude à la locomotion terrestre, il la faudra restreindre encore aux types les plus importants. Pour la locomotion bipède, nous prendrons comme type celle de l'homme; le cheval devra être choisi comme le plus intéressant représentant de la marche quadrupède.

Ce travail très-sommaire n'a pour but que de montrer comment l'emploi de la méthode graphique ouvre une voie nouvelle aux recherches de ce genre. Tandis que l'observation seule ne fournit que des données incomplètes et fausses parfois, la méthode graphique porte sa précision dans l'analyse des mouvements si complexes de la locomotion. On verra tout à l'heure, à propos des allures du cheval, que le désaccord des différents auteurs sur ce sujet prouve assez l'insuffisance des méthodes employées jusqu'ici. Bien plus simple dans son mécanisme, la locomotion bipède est encore très-difficile à analyser; les travaux des frères Weber, considérés comme l'étude la plus approfondie qu'on ait faite de la marche humaine, laissent bien des lacunes et renferment bien des erreurs.

Un de mes élèves, le docteur G. Carlet, vient de publier sur la marche de l'homme un travail étendu (1) auquel je renvoie le lecteur, me bornant à rappeler ici la multiplicité des actes qui se produisent dans le phénomène de la marche normale sur un plan

(1) G. Carlet, Thèse pour le doctorat ès sciences naturelles, publiée dans les *Annales des sciences naturelles*, 1872.

résistant. Ce rappel est indispensable, du reste, car la locomotion bipède est en quelque sorte l'élément fondamental des types plus compliqués de la locomotion des quadrupèdes.

Dugès a comparé le quadrupède qui marche à deux hommes placés l'un devant l'autre et qui cheminent en se suivant. Selon que les deux marcheurs, qui tous deux doivent faire le même nombre de pas, meuvent leurs jambes simultanément, ou à contre-temps, selon que le marcheur d'avant exécute ses mouvements plus tôt ou plus tard que le marcheur d'arrière, on voit se reproduire tous les rhythmes des mouvements qui caractérisent les différentes allures du cheval.

Tout le monde a vu dans les cirques ou dans les mascarades ces simulacres d'animaux plus ou moins fantastiques qui ont les jambes formées par celles de deux hommes dont les corps sont dissimulés dans la masse de l'animal. Cette imitation grotesque prend une vraisemblance frappante quand les mouvements des marcheurs sont assez bien coordonnés pour reproduire le rhythme des allures d'un véritable quadrupède.

Dans l'examen des tracés fournis par la méthode graphique appliquée aux allures du cheval, nous pouvons recourir à la théorie de Dugès ; nous retrouverons alors, deux fois répétées, les courbes que fournit la locomotion humaine, et nous verrons que, d'une allure à une autre, toute la différence consiste dans la manière dont se succèdent les battues des membres postérieurs du cheval, par rapport à celles de l'avant-main.

I. — DE LA LOCOMOTION BIPÈDE ÉTUDIÉE SUR L'HOMME.

L'allure la plus simple et la plus usitée est la *marche* qui, d'après la définition classique, consiste en ce mode de locomotion dans lequel *le corps ne quitte jamais le sol*. Dans la course comme dans le saut, au contraire, on verra que le corps se détache entièrement du sol pendant un certain temps.

Pendant la marche, le poids du corps passe donc alternativement d'un membre sur l'autre, et comme chacun des membres vient, à tour de rôle, se placer en avant de son congénère, le corps

formé d'un tambour à levier placé sur une planchette qu'on assujettit au-dessus de la tête du sujet en expérience. Le levier de ce tambour est chargé d'une masse de plomb qui agit par son inertie. Pendant que le corps oscille verticalement, la masse de plomb résiste à ces mouvements et force la membrane du tambour à s'abaisser quand le corps monte et à s'élever quand le corps descend. De ces mouvements alternatifs résulte une soufflerie qui, transmise par un tube à un levier enregistreur, traduit par une courbe les mouvements d'oscillation verticale du corps.

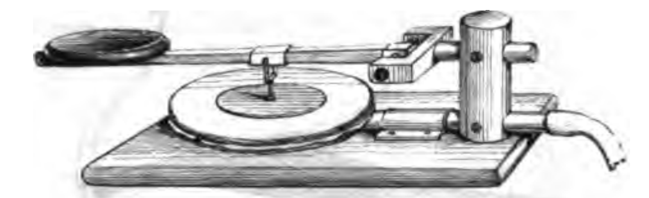


Fig. 2. — Appareil explorateur des réactions verticales pendant les différentes allures.

Je n'entrerai pas dans le détail des expériences qui m'ont servi à vérifier l'exactitude des tracés ainsi obtenus; elles sont très-analogues aux vérifications d'autres appareils du même genre, tels que ceux qui m'ont servi dans la cardiographie ou dans mes recherches sur le vol des oiseaux.

En somme, le sujet mis en expérience porte les appareils représentés figure 3. Ainsi harnaché, il peut étudier sur lui-même la marche à différentes vitesses sur des terrains plus ou moins résistants, horizontaux ou diversement inclinés; il peut monter ou descendre un escalier, courir, trotter, sauter, etc.

1. *De la marche*. — La marche simple sur terrain ferme, uni et horizontal, donne le tracé représenté fig. 4 :

Dans lequel la ligne O représente les oscillations verticales du corps ou réactions de la marche; la ligne D, les appuis et levés du pied droit; la ligne ponctuée G, les appuis et levés du pied gauche.

On voit que, dans la marche, les *réactions* sont très-faibles. On voit aussi que les *temps* des *appuis* et des *levés* de chaque pied sont égaux entre eux. Que le passage du poids du corps

d'un pied sur l'autre se fait au point où le tracé du pied droit s'abaisse et où le tracé du pied gauche s'élève. Bien que le pas-



Fig. 3. — Disposition de divers appareils destinés à étudier les différents types de la locomotion sur l'homme. L'appareil explorateur des oscillations verticales (ou réactions) est placé sur la tête. La main gauche tient la boule de caoutchouc dont la pression fera fonctionner l'enregistreur.

sage du poids du corps d'un pied sur l'autre mette pour s'accomplir un certain temps que la chronographie pourrait mesurer, nous le considérerons, pour simplifier les choses, comme instan-

tané et s'effectuant au moment du changement de direction des deux lignes.

La hauteur à laquelle s'élève chacune des courbes produites par l'appui des pieds peut exprimer, en kilogrammes, la pression développée par le pied correspondant. Il suffit pour cela de déter-

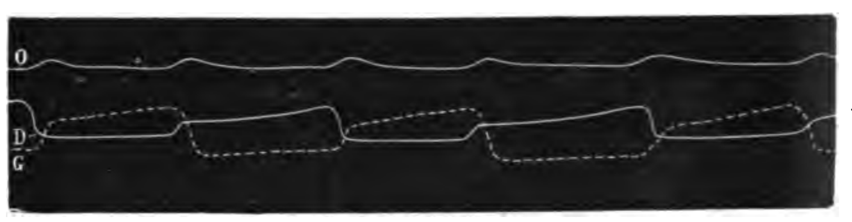


Fig. 4.

miner expérimentalement, comme je l'ai fait en d'autres circonstances, l'intensité de la pression que doit supporter la semelle creuse de caoutchouc (fig. 1) pour produire l'élévation du levier qui s'observe dans chaque tracé. Nous n'aurons pas besoin d'établir ici les mesures absolues des pressions; il suffira de comparer les hauteurs des courbes pour saisir les différences de l'énergie avec laquelle le pied presse le sol aux différentes allures de la locomotion.

La *marche sur un sol incliné* présente certaines différences avec la marche sur terrain plat. En outre, dans le cas où l'on marche sur une pente ascendante, on obtient une figure différente de celle que fournit la descente du même plan.

La marche sur un escalier présente des modifications encore plus tranchées, suivant que l'on monte ou que l'on descend. Dans le premier cas, il y a empiètement d'un appui sur l'autre, de telle sorte que le pied inférieur appuie encore sur le sol longtemps après que le pied supérieur a effectué son appui. Cela tient à ce que le pied inférieur participe, avec le pied supérieur, à l'effort violent qui soulève le corps de la hauteur d'une marche. La figure 5 représente le tracé de la marche pendant la montée d'un escalier.

Dans la descente d'un escalier on voit que le poids du corps tombe instantanément d'un pied sur l'autre. Le tracé ressemble à celui de la marche ordinaire.

La marche *sur un sol incliné latéralement* offre aussi des caractères particuliers. Le pied qui est situé sur le niveau le plus élevé appuie sur le sol avec moins d'énergie que le pied qui est situé en bas ; ce dernier fait à chaque pas un effort analogue à celui que le pied inférieur développe quand on monte un escalier.

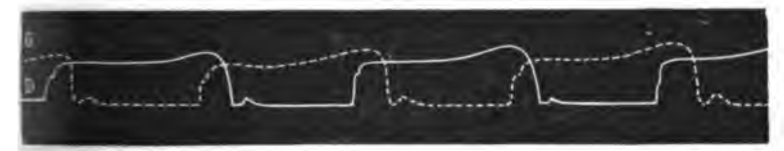


FIG. 5. — Tracé des foulées pendant la montée d'un escalier.

Cette modification est très-peu sensible quand l'inclinaison latérale du plan de marche est peu prononcée. Enfin, si l'on répète souvent ce genre d'expériences, on arrive bien vite à s'habituer à une attitude qui diminue beaucoup la déformation du tracé. Cette attitude consiste en une flexion permanente de la jambe qui marche sur le niveau le plus élevé ; on diminue ainsi le travail exagéré que doit faire à chaque pas la jambe la plus basse.

Ces diverses influences que la nature et l'inclinaison du sol exercent sur les mouvements de la marche auront besoin, pour prendre quelque intérêt, d'être exposées d'une manière spéciale et avec plus de détails. J'ai établi, à cet effet, dans mon laboratoire, un long plancher qui est susceptible de prendre toutes les inclinaisons possibles, et qui se prête parfaitement à ce genre d'études. Mais, dans le présent travail, les notions sommaires qui viennent d'être exposées suffisent pour montrer dans quel sens les conditions du terrain agissent sur les mouvements du marcheur.

II. *De la course.* — Cette allure, plus rapide que la marche, présente comme caractère : que le corps, à chaque pas, quitte le sol pendant un instant.

Suivant que la course est plus ou moins rapide, on lui a donné des noms divers : ceux de pas gymnastique et de trot ne présen-

tent guère d'utilité au point de vue physiologique, et correspondent, sauf quelques nuances, à des degrés différents de rapidité de la course. Pour se rendre compte des principaux caractères de cette allure, il suffit d'analyser la figure 6.



FIG. 6. — Tracé de la course peu rapide.

Les appuis des pieds sont plus énergiques que dans la marche ; en effet, ils n'ont pas seulement pour action de soutenir le poids du corps, mais ils doivent le lancer avec une certaine vitesse en haut et en avant. Or on sait que, pour imprimer à une masse un mouvement ascensionnel un peu rapide, il faut développer un effort plus grand que celui qui suffirait à la soutenir.

Les appuis des pieds sont plus brefs que dans la marche; cette brièveté est proportionnelle à l'énergie avec laquelle les pieds foulent le sol. Ces deux éléments, force et brièveté des appuis, croissent en général avec la rapidité de la course.

La fréquence des appuis varie aussi généralement avec la rapidité de la course; mais parmi les différentes manières de courir, il en est pour lesquelles l'espace parcouru en un temps donné tient plutôt à l'étendue des pas qu'à leur nombre.

J'arrive au caractère essentiel de la course; je veux parler *du temps de suspension* pendant lequel, entre deux appuis des pieds, le corps reste en l'air un instant. La figure 6 montre bien cette suspension d'après l'intervalle qui sépare la descente des courbes formées par le pied droit de l'ascension des courbes formées par le pied gauche. La durée de ce temps de suspension semble peu varier d'une manière absolue; mais, si on l'apprécie relativement à la durée d'un pas de course, on voit que la valeur relative de cette suspension croît avec la vitesse de la course, car avec cette vitesse diminue la durée de chacun des appuis.

Comment se produit cette suspension du corps en l'air à chaque impulsion des pieds? On pourrait croire, au premier abord, que c'est l'effet d'une sorte de saut dans lequel le corps serait projeté en haut d'une manière si violente, par l'impulsion des pieds, qu'il décrirait en l'air une courbe au milieu de laquelle il serait à son maximum d'éloignement du sol. Il n'en est point ainsi. Pour nous en assurer, faisons intervenir l'appareil qui enregistre les réactions ou oscillations verticales du corps.

En haut de la figure 6, on voit le tracé de ces oscillations dans la course. Or, ce tracé nous montre que le corps exécute chacune de ses oscillations verticales *pendant les appuis*, de telle sorte qu'il commence à s'élever au moment où un pied frappe le sol, qu'il atteint son maximum d'élévation au milieu de l'appui de ce pied, et qu'il redescend pour tomber à son minimum au moment où le pied se lève et avant que l'autre pied ait posé sur le sol.

Ce rapport des oscillations verticales avec les appuis des pieds montre bien que le *temps de suspension* ne tient pas à ce que le corps, projeté en l'air, aurait abandonné le sol, mais à ce que les *jambes se sont retirées du sol* par l'effet de leur flexion, et cela au moment même où le corps était à son maximum d'élévation.

Nous retrouverons ces phénomènes à propos des allures du cheval où pareille suspension du corps existe, et qu'on appelle pour cela *allures loin de terre*.

L'*influence* des différentes inclinaisons du sol agit, dans la course, à peu près comme dans la marche, sauf que, dans la course, leurs effets sont en général plus prononcés.

III. *Du galop*. — Dans les allures décrites ci-dessus, le mouvement des membres est alternatif régulier, de telle sorte que la succession des battues se fait à des intervalles égaux. Ce sont les allures normales de la locomotion humaine, mais l'homme peut imiter jusqu'à un certain point, par les mouvements de ses pieds, ces cadences périodiquement irrégulières que produit le cheval au galop. Les enfants, dans leurs amusements, imitent souvent ce mode

de locomotion, lorsqu'ils jouent au *cheval*. On les voit alors courir par bonds saccadés, dans lesquels ils tiennent toujours le même pied en avant, ainsi que le fait un cheval qui galope. Cette allure factice n'offre d'intérêt que par ce qu'elle sert à faire comprendre le mécanisme du galop chez les quadrupèdes.

En enregistrant à la fois les foulées et les réactions, on voit (fig. 7) que le pied placé en arrière tombe le premier sur le sol et qu'il exerce une pression énergique et prolongée, vers la fin de

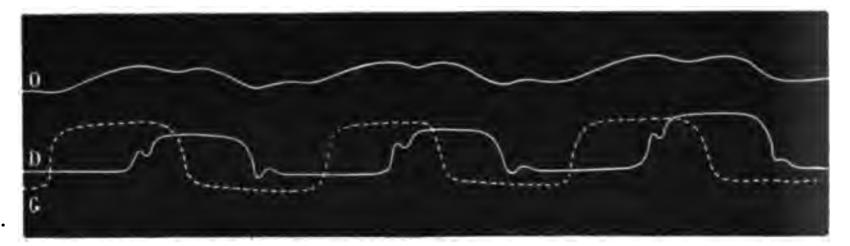


Fig. 7. — Homme galopant. Foulées et réactions.

laquelle le pied d'avant vient toucher terre à son tour, mais pour un temps moins long ; après quoi existe un temps de suspension assez prolongé. Ainsi, il y a un moment où les deux pieds touchent le sol à la fois, et un moment où tous deux sont en l'air.

Pendant ce temps, les réactions reproduisent en quelque sorte les caractères des appuis ; en effet, il se produit une réaction longue (ligne D) dans laquelle se reconnaît l'interférence de deux oscillations verticales dont la seconde commence avant que la première ait fini. Après cette réaction s'observe une chute de la courbe dont le minimum correspond au moment où les deux pieds sont en l'air.

IV. *Du saut.* — Bien que le *saut* ne soit pas un mode soutenu de progression dans la locomotion humaine, nous en dirons quelques mots pour compléter la série des allures que l'homme peut exécuter.

Les deux pieds étant joints l'un à l'autre, on peut faire une série de sauts et progresser ainsi en imitant le mode de locomotion de certains oiseaux, ou de certains quadrupèdes comme le kanguroo.

L'appareil destiné à signaler les oscillations verticales du corps étant placé sur la tête du sujet, on recueille à la fois trois tracés : ceux des appuis des deux pieds et celui des réactions ; cela fournit le tracé suivant (fig. 8).

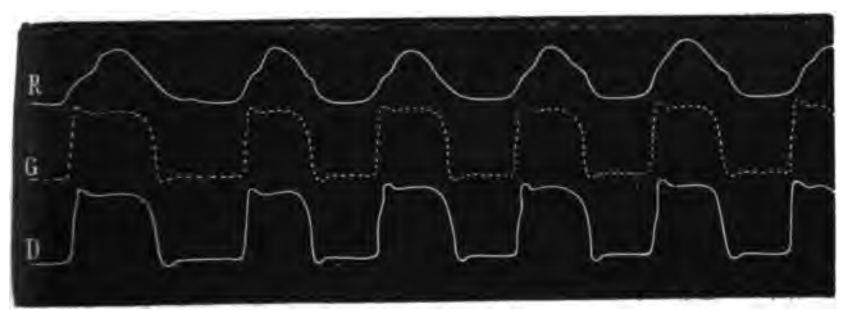


FIG. 8. — Tracé d'une série de sauts sur les deux pieds : G, pied gauche ; D, pied droit ; R, réactions.

On voit qu'ici encore les maxima de la courbe des réactions, ligne R, coïncident avec les appuis, ou du moins avec la fin des appuis. — Ainsi, par leur synergie, les deux jambes soulèvent le corps et le laissent retomber au moment où, en se fléchissant, elles se préparent à agir de nouveau.

Le saut sur un seul pied fournit le tracé (fig. 9) qui ne consiste plus qu'en appuis et levés d'un seul pied. Les élévations du corps



FIG. 9. — D, Tracé d'une série de sauts sur le pied droit. R, réactions.

coïncident avec les foulées. Enfin, quand le saut se ralentit, c'est surtout la période d'appui qui se prolonge, celle de suspension restant à peu près constante.

Chez certaines espèces, les sauts successifs constituent le mode ordinaire de locomotion ; il sera, je pense, intéressant de suivre par la méthode graphique l'étude des diverses allures de ces animaux.

Avant d'aborder l'étude de la locomotion des quadrupèdes, il est indispensable de faire ressortir, dans un tableau synoptique, les ressemblances et les différences que présentent entre elles les différentes allures de l'homme. Mais pour donner plus de netteté à cette comparaison, nous ferons subir aux tracés graphiques des différents types certaines transformations destinées à les rendre plus simples et plus faciles à saisir. Nous éliminerons les tracés correspondants aux réactions, et dans le tableau comparatif que nous allons dresser nous ne tiendrons compte que des *rhythmes*, c'est-à-dire des durées et de l'ordre de succession des appuis de chacun des pieds. La notation à laquelle nous allons recourir est fondée sur le même principe que celle de la musique, avec cette différence que la longueur des signes est proportionnelle à la durée des actes qu'elles expriment.

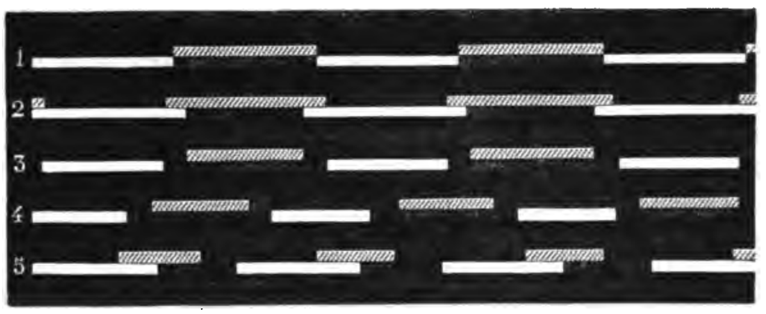


FIG. 10. — Notation des appuis et levés de chacun des pieds aux différentes allures de l'homme.

La ligne 1 (fig. 10) représente la *notation du rhythme du pas*. Voici le principe de cette représentation. L'appui du pied droit est représenté par un trait blanc et épais, sorte de rectangle dont la longueur correspond à la durée de cet appui. Pour le pied gauche, c'est un rectangle gris formé de hachures obliques. Ces alternatives de gris et de blanc expriment par leur succession que dans le pas l'appui d'un pied succède à celui de l'autre sans qu'il y ait jamais d'intervalle entre les deux.

La ligne 2 est la notation des foulées pendant l'ascension d'un escalier. On y voit, conformément à ce qui a été exposé ci-dessus (fig. 5), que les foulées empiètent l'une sur l'autre, et que,

par conséquent, le corps, pendant un instant, repose sur les deux pieds à la fois.

La ligne 3 correspond au *rhythme de la course*. Après une foulée du pied droit plus brève que dans le pas, on voit un intervalle correspondant à la suspension, puis une courte battue du pied gauche suivie d'une suspension nouvelle et ainsi de suite.

La ligne 4 correspond à une course plus rapide : on y voit moins de durée des appuis, plus de durée des suspensions et une plus rapide succession des mouvements.

La ligne 5 représente le *galop à gauche*, c'est-à-dire le pied gauche étant toujours en avant. D'après ce que nous avons dit précédemment, on voit que le pied droit appuie le premier sur le sol, que le gauche retombe ensuite et touche terre pendant moins longtemps, puisqu'il se produit une suspension après laquelle le pied droit retombe de nouveau et ainsi de suite. Le temps de l'appui des deux pieds se mesure aisément d'après l'étendue de l'espèce de chevauchement du rectangle gris sur le rectangle blanc.

Ce mode de représentation est moins complet que les courbes précédemment exposées, car il n'indique pas les phases de l'énergie variable avec laquelle le pied presse le sol ; mais il est beaucoup plus clair et permet surtout beaucoup mieux que l'autre la comparaison de deux allures entre elles. On verra plus loin, à propos de la locomotion quadrupède, que la complication du sujet rend tout à fait indispensable l'emploi de cette représentation plus simple des mouvements.

Une dernière convention est encore indispensable, elle est relative à la *définition du pas*. En général, on admet qu'un pas est constitué par la série des mouvements qui se produisent entre l'action d'un pied et celle de l'autre pied ; soit qu'on choisisse pour le début du pas l'instant où les pieds frappent le sol, soit qu'on prenne celui où ils s'en détachent. De même, en mesurant la longueur des pas sur le terrain, on a l'habitude de prendre pour valeur d'un pas la longueur qui sépare un point de l'empreinte du pied droit du point homologue de l'empreinte du pied gauche.

Nous serons forcé de nous écarter de cet usage. Quoiqu'il soit regrettable d'innover en pareille matière, nous considérerons le pas

classique comme n'étant qu'un *demi-pas*, et pour nous, *le pas aura pour expression : la série de mouvements qui s'exécute entre deux positions semblables d'un même pied :* entre deux battues successives du pied droit, par exemple, ou deux levés successifs du pied gauche.

De même, l'étendue d'un pas sur le terrain sera la distance qui sépare deux points homologues pris sur deux empreintes successives du même pied.

Le lecteur pardonnera sans doute cette infraction aux usages quand il verra que dans la marche des quadrupèdes rien ne serait intelligible si l'on ne recourait à cette convention.

B. De la locomotion quadrupède étudiée sur le cheval.

Il n'est guère de point de la mécanique animale qui ait donné lieu à plus de travaux et à plus de controverses que la question des allures du cheval. Pour un grand nombre d'hommes spéciaux le sujet est d'une importance capitale, mais sa complexité extrême a donné lieu à d'interminables discussions. Celui qui entreprendrait aujourd'hui d'écrire un traité des allures du cheval aurait à discuter les opinions diverses émises par un très-grand nombre d'auteurs.

En parcourant ces ouvrages dans lesquels ont été dépensées tant de sagacité dans l'observation, tant de rigueur dans le raisonnement, on s'étonne de reconnaître que la plupart des auteurs ne s'entendent pas toujours sur la définition des allures. De la part de semblables observateurs, ce désaccord ne peut se comprendre qu'en raison de l'insuffisance des moyens dont on dispose pour analyser les mouvements si complexes et si rapides du cheval. La difficulté d'exprimer par le langage les rhythmes et les durées de ces divers mouvements ajoute encore à la confusion. Lorsqu'un cheval court en passant d'une allure à une autre, lorsqu'il agite ses membres avec une vitesse vertigineuse et suivant les rhythmes les plus variés, comment apprécier et décrire fidèlement tous ces actes ? Autant vaudrait, après avoir regardé les doigts d'un pianiste lorsqu'ils courent sur le clavier, essayer de raconter les mouvements qui viennent d'être exécutés.

Aussi, bien des tentatives ont-elles été faites pour perfectionner les moyens d'observation et pour remédier à l'insuffisance du langage dans l'expression des phénomènes observés. Dès longtemps, par exemple, on a substitué à l'observation par l'œil l'étude du rhythme des battues d'après le son qu'elles produisent. L'oreille, en effet, se prête mieux que l'œil à distinguer les rapports de succession ou rhythmes. Pour apprécier l'ordre dans lequel chaque membre frappe le sol, certains expérimentateurs ont attaché aux jambes du cheval des sonnettes de timbres différents faciles à distinguer. D'autres, enfin, ont déterminé par des mesures rigoureuses les espaces parcourus à chaque pas du cheval, d'après l'écartement des empreintes que laissent ses pieds; ils ont cherché le rapport qui existe entre la taille de l'animal et la longueur du pas aux différentes allures. En somme, tous ceux qui ont fait faire quelque progrès nouveau à cette intéressante étude y sont arrivés par l'emploi de moyens plus rigoureux dans l'observation.

D'autre part, l'expression des phénomènes observés a beaucoup préoccupé les différents auteurs. Presque tous ont recouru avec grand profit à l'emploi des figures, mais on trouve peu d'unité dans le mode de représentation des actes successifs qui caractérisent les allures. Le plus parfait de ces modes de représentation est encore celui qu'employèrent au siècle dernier Vincent et Goiffon (1). Une sorte de portée musicale, composée de quatre lignes, servait à noter l'instant de chaque battue des quatre pieds et la durée de l'appui qui la suivait. Cette notation diffère très-peu de celle que nous emploierons tout à l'heure. Mais il ne faut pas oublier que la notation de Vincent et Goiffon ne faisait qu'exprimer une succession de mouvements observés par la vue ou par l'oreille, et qu'elle ne comportait d'autre exactitude que celle que l'observateur y avait mise.

Les appareils enregistreurs résolvent le double problème d'analyser fidèlement des actes que nos sens ne sauraient apprécier avec exactitude, et d'exprimer clairement le résultat de cette analyse.

(1) *Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidèle représentation des animaux tant en peinture qu'en sculpture.* Alfort, MDCCLXIX.

On a vu, à propos de la locomotion humaine, comment, sur le tracé fourni par l'enregistreur, on peut construire la notation des rhythmes, telle qu'elle est représentée dans le tableau synoptique. Nous emploierons ce mode de notation pour les allures du cheval en le construisant également d'après les graphiques fournis par l'appareil. Mais auparavant nous présenterons, dans un tableau d'ensemble, la notation des diverses théories que les auteurs ont données pour expliquer chacune des allures ; ce sera le meilleur moyen de faire comprendre les contradictions qui règnent sur ce sujet.

Admettons, avec Dugès, que le cheval en marche puisse être représenté par deux êtres bipèdes, deux hommes par exemple, cheminant l'un derrière l'autre. Il est clair que, pour conserver leurs distances respectives, les deux marcheurs doivent faire des pas de même nombre et de même étendue. Mais ce qui peut varier, c'est la rapidité des mouvements d'abord, puis la manière dont se succèdent les appuis et levés des pieds correspondants de chacun des marcheurs. C'est la différence dans le rapport de ces deux ordres de mouvements qui constitue la variété des allures.

Prenons le cas le plus simple, celui dans lequel les deux marcheurs, allant au pas, exécutent tous deux les mêmes mouvements en même temps. Si nous représentons, avec la notation ci-dessus employée, les mouvements de ces deux hommes, on aura la figure suivante.



Fig. 11. — Notation de l'allure de l'amble chez le cheval.

Les battues du pied droit et celles du pied gauche étant exécutées en même temps par le marcheur d'avant et par celui d'arrière, doivent se traduire par des signes semblables exactement superposées. Or, dans les allures du cheval, c'est à l'*amble* que correspond cette concordance des mouvements de l'avant-main et de l'arrière-main. Le tracé de la figure 14 sera donc le tracé de l'allure de l'amble du cheval, la ligne supérieure traduisant les

mouvements de l'avant-main, et la ligne postérieure ceux de l'arrière-main.

D'après la définition de la plupart des auteurs, l'allure du *pas* consiste en une égale succession des battues des quatre pieds qui frapperaient le sol dans l'ordre suivant : si le pied antérieur droit est considéré comme agissant le premier, on aura la succession suivante : pied antérieur droit, postérieur gauche, antérieur gauche, enfin postérieur droit.

Pour exprimer cette succession des mouvements des deux marcheurs, il suffit de déplacer la superposition des signaux de l'arrière par rapport à ceux de l'avant. Et pour obtenir le rhythme indiqué par les auteurs, il faudra faire glisser vers la gauche la série de signaux des pieds postérieurs, ce qui donnera la figure suivante.



FIG. 12. — Notation de l'allure du pas du cheval.

On voit donc que, par rapport à l'amble, l'allure du pas consiste en une anticipation des membres postérieurs, dont les battues précèdent celles des membres antérieurs correspondants, de la moitié de la durée d'un appui.

Le *trot*, à son tour, sera obtenu par une anticipation plus prononcée encore des membres postérieurs dont chacun aura effectué



FIG. 13. — Notation de l'allure du trot.

entièrement son appui et commencera son lever au moment où le membre antérieur du même côté effectuera sa battue. On obtiendra donc la figure 13, exprimant l'alternance absolue des mouvements des deux marcheurs.

On peut de la même façon représenter toutes les allures du cheval d'après la définition qui a été donnée par les divers auteurs,

Or, en construisant un tableau synoptique de toutes ces notations, on voit que toutes les allures *près de terre* peuvent être considérées comme dérivant de l'amble, et que si l'on voulait en faire une classification méthodique, on les grouperait en une série dont l'amble serait le premier terme et dont tous les autres s'obtiendraient au moyen d'une anticipation croissante des mouvements de l'arrière-main. La figure 14 représente cette série. Dans la notation de chaque allure, on a laissé sur une même verticale la battue du pied antérieur droit, qui servira toujours de repère pour caractériser chaque allure.

Ce tableau, dressé d'après les divers traités de l'*extérieur du cheval*, représente aussi fidèlement que j'ai pu le faire ce que chaque auteur admet comme constituant telle ou telle allure. La légende explicative montre le désaccord singulier qui existe entre les divers auteurs sur la succession de mouvements qui caractérise chacune d'elles. On voit, en effet, que sauf l'allure de l'amble sur laquelle tout le monde est d'accord, toutes les autres sont définies de façons différentes par les auteurs. Ainsi la notation n° 2 qui, d'après Merche, correspondrait à l'*amble rompu*, serait pour Bouley l'expression du *pas relevé* ou allure des bidets normands; tandis que cette même allure normande serait, d'après Lecoq, celle que j'ai représentée sous le n° 9. Ailleurs on voit que la notation n° 3 correspondrait, d'après Merche, au *pas ordinaire d'un bidet d'allure*, tandis qu'elle exprimerait pour Bouley l'*amble rompu*, et pour Lecoq le *traquenard*, lequel *traquenard*, d'après Merche, ne serait autre que l'allure représentée par la notation n° 10. Le *pas* ordinaire, lui-même, n'est pas compris de la même façon par les différents auteurs, et si la plupart d'entre eux, avec Vincent et Goiffon, Colin, Bouley, etc., admettent dans cette allure une succession des battues à intervalles égaux, on voit que pour Lecoq et pour Raabe la théorie du pas normal est différente.

Ce désaccord s'explique suffisamment, d'abord parce que l'observation de phénomènes est très-difficile, ensuite parce que, dans la nature, le pas peut présenter, suivant les conditions, les différentes formes que chaque auteur a prise arbitrairement pour type du pas normal. Chacun, en cela, s'est laissé guider par des consi-

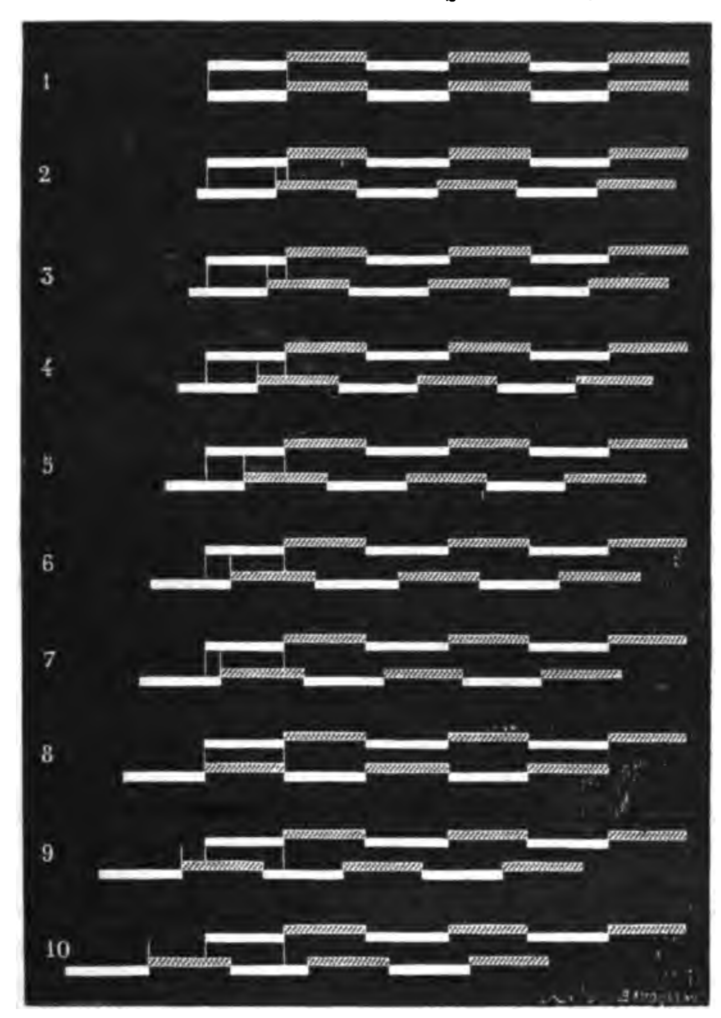


Fig. 14. — Tableau synoptique des notations des différentes allures du cheval d'après les auteurs classiques.

N° 1. Amble pour tous les auteurs.
N° 2. { Amble rompu, d'après Merche.
Pas relevé, d'après Bouley.
N° 3. { Pas ordinaire du *cheval d'allure*, d'après Mazure.
Amble rompu, d'après Bouley.
Traquenard, d'après Lecoq.
N° 4. Pas normal, d'après Lecoq.
N° 5. Pas normal, d'après Boulay, Vincent et Goiffon, Solleysel, Colin.
N° 6. Pas normal, d'après Raabe.
N° 7. Trot décousu.
N° 8. Trot ordinaire. (Dans la figure on suppose que l'animal trotte sans quitter jamais le sol, ce qui n'arrive que rarement. La notation ne rend compte que du rhythme des battues.)
N° 9. Allure normande, d'après Lecoq.
N° 10. Traquenard, d'après Merche.

dérations théoriques. Les partisans de la théorie des intervalles égaux entre les quatre battues ont cru trouver dans ce type plus de franchise et une distinction plus tranchée d'avec l'amble et le trot. Les autres auteurs ont cherché dans le pas qui leur servait de type la réalisation d'un certain idéal. Pour Raabe, c'était le maximum de stabilité qui, d'après la théorie, s'obtient lorsque le poids du corps repose plus longtemps sur les bipèdes diagonaux que sur les bipèdes latéraux : de là, le choix du type représenté par la notation n° 6. Lecoq, pensant au contraire que le meilleur pas est le plus rapide, a choisi comme type le pas dans lequel le corps repose plus longtemps sur le bipède latéral que sur le bipède diagonal (notation n° 4).

Quelle que puisse être la valeur de ces considérations théoriques, dont les praticiens seuls peuvent être juges, il nous semble que le physiologiste doit d'abord s'occuper de la recherche des faits et de la constatation pure et simple des types que l'expérimentation lui révèle.

C'est pour cela qu'ont été instituées les expériences qu'on va lire, et qui toutes ont été faites au moyen des appareils enregistreurs.

DISPOSITION DES APPAREILS DESTINÉS A L'ÉTUDE DE LA LOCOMOTION CHEZ LE CHEVAL.

La *chaussure exploratrice* employée dans les expériences faites sur l'homme, a été remplacée sur le cheval par une boule de caoutchouc bourrée de crin, et maintenue sous le sabot de l'animal par un appareil qui s'adapte à la ferrure. M. Bouley a eu l'obligeance de m'indiquer l'existence de cet appareil, qui se construit chez M. Méricant, et qui est destiné à fixer instantanément des crampons à glace au fer d'un cheval quand on est surpris par un verglas subit.

En tournant une vis d'écartement, on fait serrer sous l'ajusture du fer trois griffes qui maintiennent le système assez solidement fixé. Une forte bande de caoutchouc embrasse transversalement l'appareil (fig. 15) et loge dans son épaisseur la boule bourrée

de crin qui fait un léger relief à la surface inférieure du sabot. Quand le pied frappe le sol, la boule de caoutchouc est comprimée et chasse dans les appareils enregistreurs une partie de l'air qu'elle renferme. Quand le pied se relève, la boule reprend sa forme et

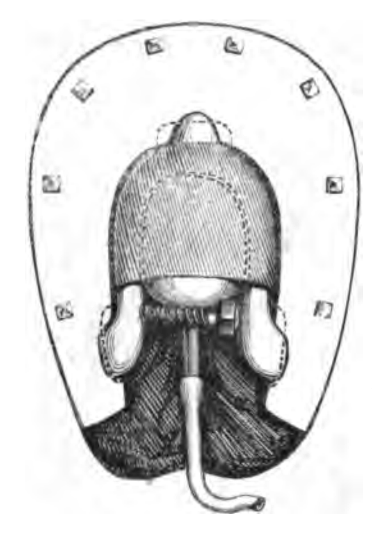


FIG. 15. — Appareil explorateur de la pression du sabot du cheval sur le sol.

rappelle à son intérieur l'air que la pression en avait expulsé. Ces appareils se détériorent très-vite sur le pavé, mais peuvent fonctionner très-longtemps sur le sol artificiel des manéges.

Pour les expériences que j'ai faites sur les routes ordinaires ou sur le pavé des rues, j'ai recouru à un autre appareil dont la figure 16 représente la disposition.

Sur le canon du cheval est attaché une sorte de bracelet de cuir lié par des courroies. Au devant de ce bracelet, qui leur fournit un solide point d'appui, sont établies les différentes pièces de l'appareil. C'est, d'abord, une caisse plate de caoutchouc fortement maintenue en avant du bracelet; cette caisse communique par un tube de transmission avec les appareils enregistreurs. Toute pression exercée sur la caisse de caoutchouc fait mouvoir le levier enregistreur correspondant. Il s'agit que tous les mouvements du pied du cheval se traduisent par des pressions sur la

caisse de caoutchouc; dès lors, tous ces mouvements seront signalés par les leviers enregistreurs.

A cet effet, une pièce de cuivre, inclinée à 45 degrés environ, s'articule par son extrémité supérieure par une sorte de charnière, tandis que son extrémité inférieure est reliée par une tige solide à la face antérieure de la caisse de caoutchouc contre la-

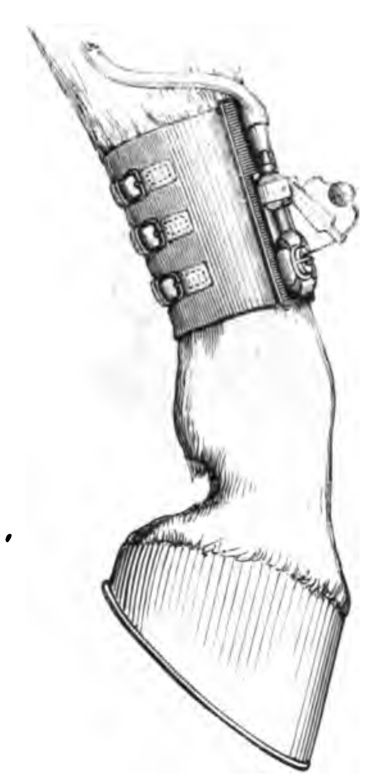


Fig. 16. — Appareil destiné à signaler les appuis et levés du sabot du cheval.

quelle elle s'appuie par l'intermédiaire d'un disque plat. Enfin, sur une tige parallèle à la pièce de cuivre, glisse une balle de plomb dont on fait varier la position pour augmenter ou diminuer la pression que ce système articulé exerce sur la caisse de caoutchouc.

La fonction de cet appareil est analogue à celle de l'instrument représenté figure 2 et destiné à signaler les réactions qui se

produisent dans les différents modes de locomotion. Seulement, l'inclinaison des pièces oscillantes leur permet d'agir sur la membrane dans les mouvements d'abaissement, d'élévation et de transport horizontal du pied.

Quand le sabot rencontre le sol, la balle tend à continuer sa



FIG. 17. — Cette figure représente le cheval au trot muni de différents appareils explorateurs et le cavalier portant l'appareil enregistreur des différentes allures. Sur le garrot et sur la croupe sont des appareils explorateurs des réactions.

course et comprime brusquement la caisse de caoutchouc. Quand le pied se lève, l'inertie de la balle produit à son tour une compression par un mécanisme déjà décrit à propos de la figure 2.

Je dois à l'obligeance de M. Pellier d'avoir pu expérimenter sur plusieurs chevaux qu'il montait lui-même, en portant à la main les appareils enregistreurs.

Quand le cheval a les quatre pieds munis des ampoules de caoutchouc qui viennent d'être décrites, on adapte à ces ampoules des tubes de transmission à parois épaisses et non susceptibles d'être écrasés. Ces tubes sont ordinairement maintenus par des bandes de flanelle aux jambes de l'animal, et de là dirigés

vers un point d'attache situé au niveau du garrot de l'animal. Ces tubes continuent ensuite leur trajet jusqu'à l'appareil enre-

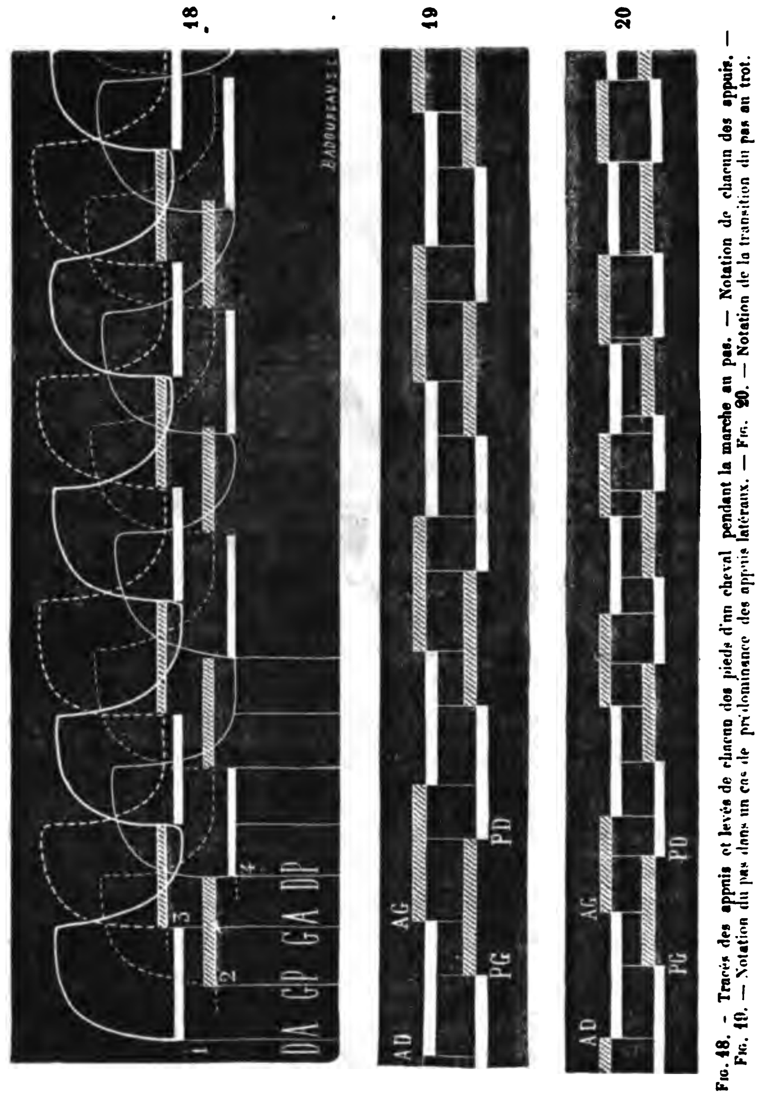


Fig. 18. – Tracés des appuis et levés de chacun des pieds d'un cheval pendant la marche au pas. — Notation de chacun des appuis. — Fig. 19. — Notation du pas dans un cas de prédominance des appuis latéraux. — Fig. 20. — Notation de la transition du pas au trot.

gistreur qui a été décrit déjà pour les expériences de la locomotion bipède. Cette fois, l'enregistreur porte un plus grand nombre de leviers : il en faut au moins quatre : un pour chacun

des membres, et d'ordinaire deux autres leviers reçoivent leurs mouvements des réactions de la croupe et du garrot.

L'écuyer tient par le manche l'enregistreur portatif sur lequel tous les leviers vont écrire à la fois; d'autre part, la main qui tient les rênes est prête à comprimer une boule de caoutchouc au moment où l'on voudra que les tracés commencent à se produire. La figure 17 représente la disposition générale des appareils au moment où le cavalier va recueillir les graphiques d'une allure.

I. *Expériences sur le pas.*— Dans l'allure du pas, sur un vieux cheval très-docile, fut obtenu le graphique représenté figure 18. Les foulées des quatre pieds sont seules indiquées dans ce tracé; nous ajournons l'étude des réactions et de leurs relations avec l'action des membres.

Si nous prolongeons par une ligne verticale les débuts de chacune des courbes, nous aurons la position des battues successives des quatre membres. Comme d'après la grosseur du style employé pour tracer ces courbes il est facile de reconnaître le pied auquel correspond chacune d'elles, on peut, sur chacune des verticales ainsi prolongées, indiquer par des initiales quel est le pied qui, à ce moment, opère sa battue. Or, l'ordre de succession des battues est représenté par les lettres AD, PG, AG, PD; c'est-à-dire pieds : *antérieur droit, postérieur gauche, antérieur gauche, postérieur droit*, ce qui est la succession admise par les auteurs.

Reste à déterminer le plus ou moins de régularité dans la succession de ces battues, et la valeur relative des intervalles qui les séparent. Pour cela, il suffit de construire, d'après les courbes enregistrées, la notation du rhythme des appuis de chaque pied.

Cette notation pour la figure 18 montre que l'intervalle qui sépare les battues est toujours le même, et que, par conséquent, le cheval reste appuyé le même temps sur les bipèdes latéraux et sur les bipèdes diagonaux. Mais il n'en est pas toujours ainsi.

Pour bien comprendre ces positions successives du centre de gravité, nous exposerons en quelques lignes la manière dont la notation représentée figure 18 a été construite. Si l'on abaisse des

lignes verticales correspondant à chacune des battues, en commençant par celle du pied antérieur droit qui portera le n° 1, on aura partagé la figure en tranches successives dans lesquelles se trouveront à l'appui, tantôt deux membres du même côté bipède latéral, tantôt deux membres situés en bipède diagonal. Ainsi, de 1 à 2, le cheval repose sur le bipède latéral droit; de 2 à 3, sur le bipède diagonal droit (c'est-à-dire sur celui dans lequel le pied d'avant est le droit); de 3 à 4, sur le bipède latéral gauche; de 4 à 5, sur le bipède diagonal gauche; enfin, de 5 à 6 le cheval se retrouve, comme au commencement, sur le bipède latéral droit.

Si l'on compare les durées de ces divers appuis du cheval dans la figure 19, on voit que, dans ce cas, l'animal était plus longtemps sur les bipèdes latéraux, ce qui correspondrait à la théorie de Lecoq.

Est-ce à dire qu'on observe toujours dans les tracés la prédominance des appuis latéraux? Nullement: car dans un tracé recueilli sur une jeune jument attelée à une voiture légère et allant au pas en terrain plat, on trouvait une égalité parfaite entre les intervalles des battues, et par conséquent entre le temps où l'animal était porté sur les bipèdes latéraux et celui où il reposait sur les bipèdes diagonaux.

Enfin, dans la figure 20, qui est la notation d'un passage du pas au trot, on voit se produire une diminution graduelle des appuis du corps sur les bipèdes latéraux; jusqu'à ce que l'animal ne s'appuie plus absolument que sur les bipèdes diagonaux, ce qui caractérise le trot franc.

Cette étude, pour être complète, devrait être faite dans des conditions plus favorables que celles où nous nous sommes trouvé jusqu'ici. Il faudrait pouvoir disposer de chevaux nombreux appartenant à des races différentes, étudier leur marche lorsqu'ils sont tenus en main, montés, attelés; il faudrait faire varier la charge qu'ils portent ou la traction qu'ils développent; opérer tour à tour sur terrain plat ou sur des pentes, etc. Tout cela ne peut être réalisé que par les hommes spécialement intéressés à ces études et placés dans de bonnes conditions pour les entreprendre.

Mon but sera atteint si j'ai réussi à convaincre le lecteur de la précision que donne la méthode graphique, et de l'importance qu'elle peut avoir dans la solution de ces questions controversées.

Un autre point qui présente, ce me semble, un grand intérêt, est la mesure de l'intensité des *réactions* qui se produisent, soit à la croupe, soit au garrot, sous l'influence de l'action des membres antérieurs et postérieurs.

On a vu comment sont construits les appareils qui recueillent ces mouvements et les transmettent par des tubes à l'enregistreur. Si l'on applique un de ces instruments sur le garrot, et un autre sur sa croupe, on voit que les choses se passent sensiblement comme cela a été décrit à propos de la locomotion humaine, c'est-à-dire que chaque membre produit un soulèvement de l'animal pendant son appui. Mais ce qui semble surtout intéressant dans cette étude, c'est que, dans l'allure du pas, les réactions de l'avant-main sont seules un peu fortes ; il semble, à voir l'extrême faiblesse des mouvements de la croupe, que l'action des membres postérieurs consiste surtout en un effet de propulsion en avant, avec très-peu d'impulsion du corps dans le sens vertical. Cela s'accorde avec la théorie, assez généralement admise, par laquelle les membres antérieurs n'auraient guère, à l'état normal, que le rôle de supports alternatifs de l'avant-main, tandis qu'aux membres postérieurs appartiendrait l'action propulsive et l'effort de traction développé par l'animal.

Dans l'allure du trot, au contraire, on verra que la croupe et le garrot ont à peu près des réactions semblables.

Avant de passer à l'étude du trot, nous essayerons de résumer sous forme de conclusions les principaux faits qui ressortent de l'inspection des tracés et notations du pas. La plupart de ces faits étaient déjà connus, à peine est-il besoin de prévenir le lecteur que nous n'avons d'autre prétention que de fournir aux hommes spéciaux des moyens de faire progresser l'étude des allures du cheval.

Conclusions. — 1° Les pieds de devant alternent entre eux

dans leur action, c'est-à-dire que l'un ne prend terre qu'à l'instant où l'autre s'enlève. Il en est de même des pieds postérieurs.

2° Les quatre battues sont sensiblement équidistantes, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

3° Si, d'après l'ingénieuse comparaison de Dugès, on considérait le quadrupède en marche comme représentant deux bipèdes (deux hommes, par exemple) marchant l'un derrière l'autre, l'allure du *pas* serait caractérisée en ceci : que le marcheur d'arrière exécuterait ses mouvements un peu plus tôt que celui d'avant.

4° Dans cette hypothèse, le pas devrait être considéré, pour la régularité du phénomène, comme s'étendant d'un acte quelconque au retour du même acte ; il correspondrait donc en *durée* à *deux appuis*, et pourrait se diviser en *quatre temps* signalés par les quatre battues et séparés l'un de l'autre par la durée d'un demi-appui (1).

5° Le corps ne repose jamais que sur deux pieds à la fois (2), car la notation ne présente jamais superposés l'un à l'autre que les appuis de deux pieds.

6° Si l'on estime, à la manière de Vincent et Goiffon, les temps pendant lesquels le corps repose sur deux membres d'un même côté (bipède latéral), et ceux pendant lesquels il repose sur deux pieds de côtés différents (bipède diagonal), on voit que ces temps sont égaux.

7° Les appuis du corps changent quatre fois pendant la durée d'un pas et se font dans l'ordre suivant : 1° bipède latéral droit ; 2° bipède diagonal droit ; 3° bipède latéral gauche ; 4° bipède diagonal gauche. (Les bipèdes diagonaux sont nommés droits ou gauches d'après le pied antérieur qui en fait partie.)

Ces conclusions sont conformes à l'opinion la plus générale des auteurs ; elles correspondent à la théorie du pas donnée par Vincent et Goiffon, Solleysel, Bouley, Colin, etc. Mais d'au-

(1) On comprend combien il était nécessaire de définir le pas : la série des actes qui s'accomplissent entre deux retours d'un membre à la même position (voyez p. 55).

(2) Il faut à ce sujet faire des réserves : car un cheval qui retient, sur une pente, une lourde voiture ou qui monte une rampe, peut avoir trois pieds en même temps sur le sol.

tres auteurs ont admis comme type idéal du pas des successions de mouvements un peu différentes. Ainsi, d'après Raabe, le corps reposerait plus longtemps sur les bipèdes diagonaux que sur les bipèdes latéraux. Pour Lecoq, ce serait l'inverse. Ces différentes variétés dans l'allure du pas existent réellement comme on l'a vu sur les figures 18 et 19.

D'autres variétés encore doivent se produire dans les différentes conditions de pentes à descendre ou à gravir, de fardeaux à retenir, à traîner ou à porter; ce serait le sujet d'une intéressante étude, mais nous n'avons pu jusqu'ici nous occuper de ces questions importantes.

II. *Expériences sur le trot.* — Tous les auteurs s'accordent pour choisir comme type du trot franc l'allure où les quatre pieds ne font entendre que deux battues, et où le sol est frappé tour à tour par les deux bipèdes diagonaux. On admet aussi que le trot est une allure *loin de terre*, et que, dans l'intervalle de deux battues successives, l'animal est un instant suspendu au-dessus du sol.

Mais le désaccord commence lorsqu'il s'agit d'apprécier la durée de cette suspension; ainsi, pour M. Bouley, elle est très-courte par rapport à la durée de l'appui, tandis que, pour M. Raabe, c'est l'appui qui serait très-court, de sorte que le cheval qui trotte serait plus longtemps en l'air que sur le sol.

La méthode graphique est éminemment propre à juger de pareilles questions et même à renseigner sur d'autres points importants de la théorie du trot. Ainsi, l'un des caractères de cette allure est la dureté des réactions qui l'accompagnent et qui la rendent si fatigante pour le cavalier. Il sera sans doute utile d'estimer avec exactitude l'intensité et la durée de ces mouvements, afin de mieux connaître les conditions qui les modifient.

Si la définition qu'on vient de lire s'applique au trot franc, il est un grand nombre de cas où l'allure est dite *décousue*, et où l'oreille constate un dédoublement des battues, sans qu'on puisse toujours discerner quel est le pied de chaque bipède diagonal qui prend terre le premier. Enfin, le trot sert de tran-

sition entre l'allure du pas et celle du galop. Comment se fait ce passage et à quel instant une allure a-t-elle remplacé l'autre? Tels sont les points que j'ai essayé de déterminer.

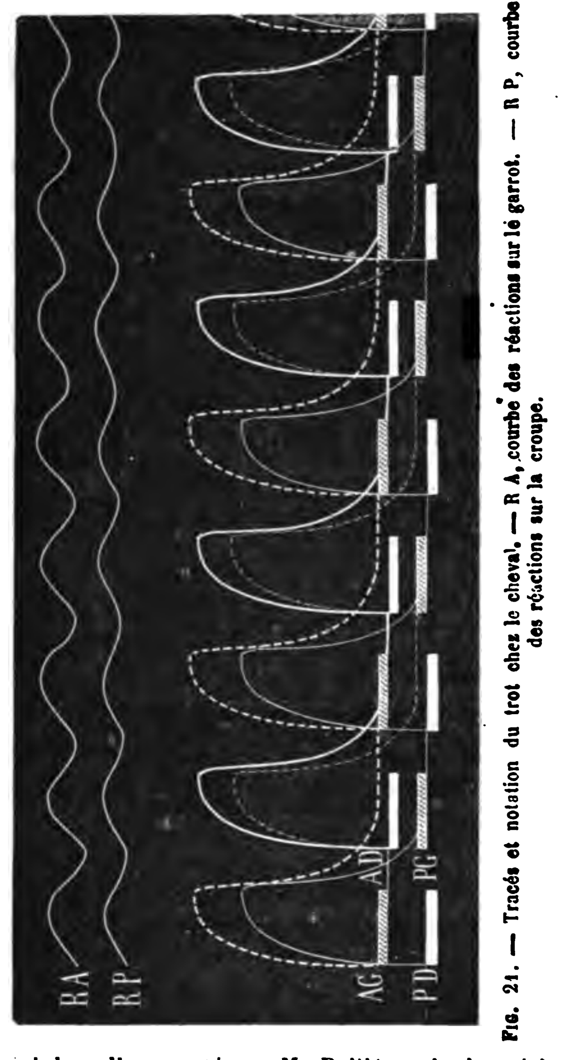


Fig. 21. — Tracés et notation du trot chez le cheval. — R A, courbe des réactions sur le garrot. — R P, courbe des réactions sur la croupe.

Un cheval de selle, monté par M. Pellier, m'a donné les tracés représentés figure 21.

La ligne supérieure RA est formée par la courbe des réactions de l'*avant-main;* un des appareils explorateurs mentionnés pré-

cédemment avait été placé sur le pommeau de la selle pour recueillir ces mouvements. — La seconde ligne RP indique les réactions de l'*arrière-main*, l'explorateur avait été placé sur la croupe. — Enfin, dans le bas de la figure, se trouvent les courbes des *appuis et lever* des quatre pieds avec la *notation* correspondante.

Il est inutile, je pense, de revenir avec détails sur la signification de chacune de ces courbes; elles montrent que la première battue est formée par les pieds diagonaux AG (antérieur gauche) et PD (postérieur droit). La seconde battue est produite par le bipède diagonal AD et PG. Le synchronisme des battues des deux pieds est parfait pour chaque bipède diagonal; on verra tout à l'heure qu'il n'en est pas ainsi dans le cas où le trot est moins franchement établi.

D'après la notation du rhythme de ces battues, on voit que les appuis sont deux fois plus longs que les temps pendant lesquels le corps est suspendu au-dessus du sol. Toutefois, certains chevaux attelés m'ont fourni des tracés dans lesquels la phase de suspension était à peine visible; de sorte que cette forme du trot se rattachait aux allures *près de terre*, ne gardant du type franc que le synchronisme parfait des battues diagonales. Je n'ai pu encore étudier les trotteurs rapides; chez eux peut-être verra-t-on, par une tendance inverse, le temps de suspension s'accroître aux dépens de la durée des appuis.

Si l'on cherche à apprécier les rapports qui existent entre les *réactions* et les mouvements des membres, on voit que le moment où le corps de l'animal est au bas de son oscillation verticale coïncide précisément avec celui où les pieds ne touchent pas le sol. Ainsi, le temps de suspension ne tient pas à ce que le corps du cheval est projeté en l'air, mais à ce que les jambes sont fléchies, toutes quatre, pendant ce court instant. Le maximum de hauteur du soulèvement du corps correspond, au contraire, à la fin de l'appui des membres; il semble, d'après les tracés (fig. 21), que le soulèvement du corps ne commence qu'un peu après chaque double battue, et qu'il continue pendant toute la durée de l'appui.

Enfin, on peut voir aussi, dans cette figure, que les réactions

de l'avant-main sont plus considérables que celles de l'arrière-main. Ce fait m'a paru constant; du reste, l'inégalité des réactions est plus marquée encore dans l'allure du pas où, presque toujours, l'appareil placé sur le garrot traduit des réactions appréciables, tandis que l'appareil de la croupe n'indique presque pas de mouvements.

Le *trot décousu* s'est rencontré dans plusieurs de mes expériences. Tantôt cette allure était soutenue, et alors le défaut de synchronisme portait, soit sur les battues des deux bipèdes diagonaux, soit sur un bipède seulement; tantôt, au contraire, le trot n'était décousu que pendant un instant, au moment du passage d'une allure à une autre. Dans tous les cas que j'ai observés jusqu'ici, le défaut de synchronisme tenait à ce que le membre postérieur était en retard sur l'antérieur qui lui correspond en diagonale.

Fig. 22. — Notation du trot décousu.

La figure 22 représente la notation d'un *trot décousu* dans lequel les battues diagonales sont assez éloignées l'une de l'autre. On en peut juger par l'obliquité de la ligne ponctuée qui réunit entre elles les battues des bipèdes diagonaux.

III. *Expériences sur le galop.*—On distingue trois sortes de galop d'après le rhythme des battues. On les nomme, suivant ce rhythme, galop à deux, à trois ou à quatre temps. La première forme n'appartient guère qu'aux chevaux de course soumis à un *entraînement* spécial. Les deux autres peuvent s'observer sur tous les chevaux montés ou même attelés. Ce chapitre sera consacré à ces deux formes beaucoup plus habituelles que la première.

Quand le cheval est muni des appareils explorateurs des pressions de chacun des pieds sur le sol, comme on le voit représenté figure 17, et que le cavalier le fait galoper, on recueille le tracé suivant (fig. 23).

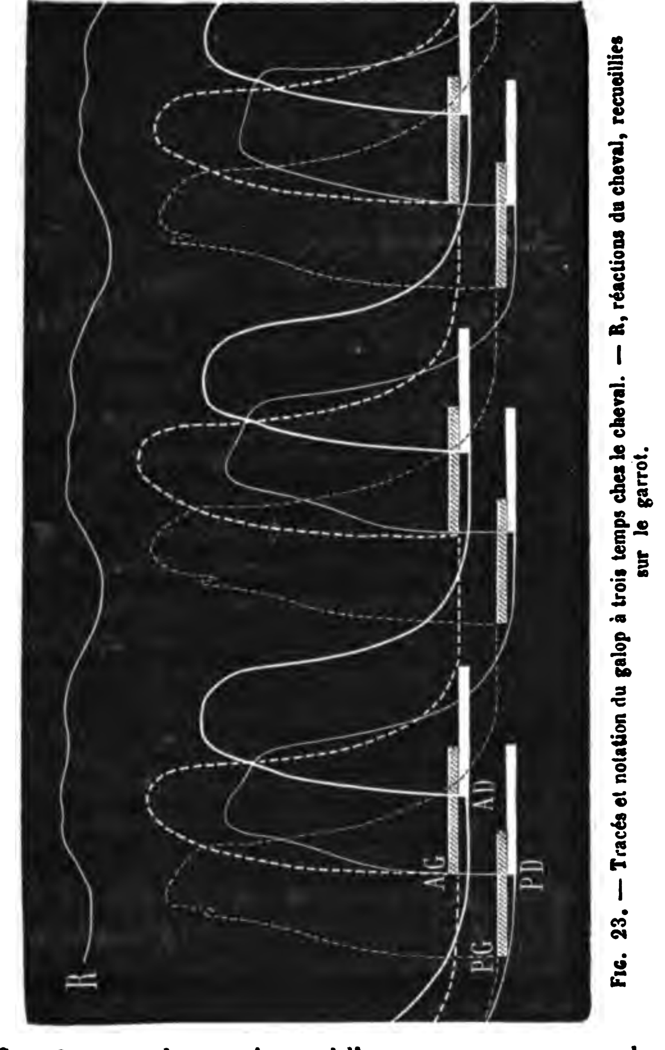


Fig. 23. — Tracés et notation du galop à trois temps chez le cheval. — R, réactions du cheval, recueillies sur le garrot.

Cette figure et la notation qui l'accompagne correspondent au galop à trois temps. L'animal galope à droite, c'est-à-dire que le pied antérieur droit, porté plus en avant que l'antérieur gauche,

arrive le dernier sur le sol. L'analyse du tracé et les notations correspondantes vont montrer comment se produit la succession des mouvements dans cette allure.

Au commencement de la figure, l'animal était suspendu au-dessus du sol; puis arrive la battue PG qui annonce que le pied postérieur gauche touche terre. C'est le pied diagonalement opposé à celui duquel le cheval galope en avant, et dont la battue AD s'effectuera la dernière.

Entre ces deux battues, et sensiblement au milieu de l'intervalle qui les sépare, s'exécute la battue simultanée des deux pieds du bipède diagonal gauche. La superposition des notations AG, PD, montre bien ce synchronisme.

Dans cette série de mouvements, l'oreille a donc entendu trois *bruits*, à peu près à intervalles égaux. Le premier est produit par un pied d'arrière; le second par un bipède diagonal; le troisième par un pied d'avant.

Entre la battue isolée d'avant, qui constitue le troisième bruit, et la première battue du pas de galop qui va suivre, règne un silence dont la durée est sensiblement égale à celle des trois battues; puis la série des mouvements recommence indéfiniment.

A l'inspection des courbes, on voit que la pression des pieds sur le sol doit être bien plus énergique dans le galop que dans les autres allures déjà représentées; la hauteur des courbes est, en effet, notablement plus grande que pour le trot, et surtout pour le pas. En effet, l'animal doit non-seulement supporter le poids de son corps, mais lui imprimer de violentes impulsions. C'est à la première battue que semble appartenir l'énergie la plus grande. A ce moment, le corps, un instant détaché du sol, retombe, et c'est un seul pied qui soutient ce choc.

Si l'on veut se rendre compte des appuis successifs qui soutiennent le corps pendant chacun des pas de galop, il suffit de partager la durée de ce pas en instants successifs dans lesquels le corps est tantôt supporté par un ou plusieurs pieds, et tantôt suspendu. La notation figure 24 permet de suivre la succession des battues et montre en même temps les variations que présente le point d'appui.

On y voit que le corps, d'abord suspendu, est porté successivement sur un pied, sur trois, sur deux, sur trois et sur un, après quoi une nouvelle suspension recommence.

Enfin, si l'on cherche quelles sont les réactions qui se produisent au garrot, on les voit représentées figure 23, ligne supérieure R. On constate un soulèvement onduleux qui dure pendant tout le temps où l'animal touche le sol; dans ce soulèvement s'entrevoient les effets des trois battues qui y impriment une

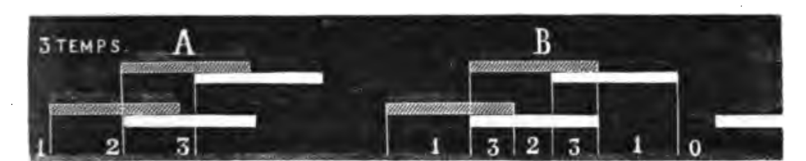


Fig. 24. — Galop à trois temps. A, indication des trois temps; B, indication du nombre des pieds qui forment l'appui du corps à chaque instant du galop à trois temps.

triple ondulation. Le minimum d'élévation de la courbe correspond, comme dans le trot, au moment où les pieds ne touchent pas le sol. Ce n'est donc pas non plus ici une projection du corps en l'air qui constitue le temps de suspension dans le galop. Enfin, en comparant les réactions du galop à celles du trot, figure 21, on voit que dans le galop les soulèvements et abaissements se font d'une façon moins bruque. Ces *réactions* sont donc moins dures au cavalier, quoiqu'elles puissent, d'une manière absolue, présenter une amplitude plus grande.

Le galop *à quatre temps* ne diffère de celui qui vient d'être

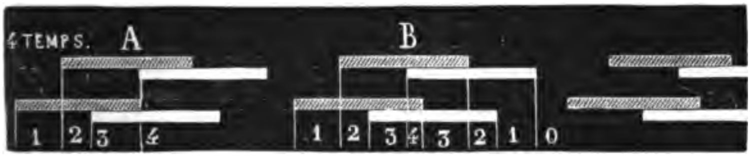


Fig. 25.

décrit que par ce point, que les battues du bipède diagonal, qui constitue le second temps, se désunissent et donnent des bruits distincts; on en voit un exemple dans la notation figure 25.

Suivant que la désunion des battues de ce bipède est plus ou moins grande, cette forme du galop s'éloigne plus ou moins de la précédente (fig. 24) qui est considérée comme le type le plus ordinaire.

IV. *Des transitions entre les différentes allures.*— C'est assurément une grande difficulté pour un observateur que de saisir comment se fait le passage d'une allure à une autre. Or, comme la méthode graphique fournit un moyen très-facile de suivre ces transitions, ce ne sera peut-être pas un des moindres avantages de l'application de cette méthode à l'étude des allures du cheval.

Pour bien comprendre ce qui se passe alors, il faut revenir à la comparaison de Dugès et se représenter deux marcheurs qui se suivent au pas, au trot ou au galop. Dans les allures soutenues, ces deux marcheurs présentent un rhythme constant dans la relation de leurs mouvements, tandis que dans les transitions, le marcheur d'arrière ou celui d'avant, suivant le cas, précipite ou ralentit ses mouvements de manière à changer le rhythme des battues. Des exemples rendront l'explication plus claire.

On a vu, fig. 18, la notation du pas, et, fig. 21, celle du trot, tandis que sur la figure 20 est représentée la transition du pas au trot. Le caractère principal de cette transition, indépendamment de l'augmentation de rapidité des mouvements, consiste en ce que les battues postérieures gagnent de vitesse sur les battues antérieures, de sorte que la battue postérieure gauche P G par exemple, qui, pendant le pas, s'effectuait sensiblement au milieu de la durée de l'appui du membre antérieur droit A D, arrive graduellement à coïncider avec ce début de l'appui A D, et avec la battue elle-même quand le trot est établi.

La figure 26 indique au contraire la transition du trot au pas. On y voit, par un phénomène inverse, les battues diagonales, synchrones d'abord, se dissocier de plus en plus. Une ligne ponctuée, qui réunit les battues diagonales gauches, est verticale au commencement de la figure, dans la partie qui correspond à l'allure du trot; peu à peu cette ligne devient oblique, annonçant que le synchronisme dis-

paraît. Le sens de l'obliquité de cette ligne montre que c'est l'arrière-main qui retarde dans le passage du trot au pas.

Dans le passage du trot au galop, la transition est très-curieuse;



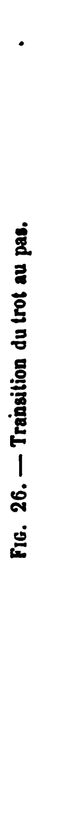


Fig. 26. — Transition du trot au pas.



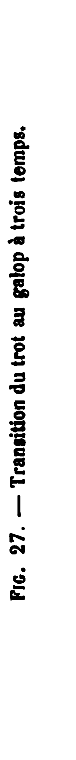


Fig. 27. — Transition du trot au galop à trois temps.



Fig. 28. — Transition du galop à trois temps au trot.

elle est représentée dans la notation fig. 27. On y voit, dès le début de la figure, que le trot est un peu décousu; la ligne ponctuée, qui réunit les battues diagonales gauches A G, P D, est déjà un peu

oblique et accuse un léger retard du pied postérieur. Cette obliquité va toujours en augmentant, mais pour le bipède diagonal gauche seulement; le bipède diagonal droit A D, P G reste uni, même après l'établissement du galop. La transition du trot au galop se fait non-seulement par le retard du pied postérieur, mais par l'avance du pied antérieur, de sorte que les deux battues diagonales, qui dans le trot étaient synchrones, laissent entre elles le plus grand intervalle, celui qui, dans le *galop de chasse*, constitue le grand silence. Un changement inverse produit la transition du galop au trot, ainsi qu'on le voit dans la figure 28.

Je n'ai pu, jusqu'ici, étudier le galop de course, dit *galop à deux temps;* il y a, sur ce point aussi, un désacord entre les différents auteurs : les uns prétendent que dans ce galop les battues d'avant ne sont pas synchrones, et que c'est encore un galop à trois temps dont les deux derniers seraient presque confondus, tandis que, pour d'autres, il n'y a réellement que deux bruits. Pour analyser cette allure rapide, je dois modifier la construction de mes appareils : j'espère être prochainement en mesure de réaliser les expériences que je me propose de faire sur ce sujet.

MOYEN CLINIQUE

DE

RECONNAITRE LE MERCURE DANS LES EXCRÉTIONS

ET SPÉCIALEMENT DANS L'URINE

Et de l'élimination et de l'action physiologique du mercure

Par M. MAYENÇON
Professeur de chimie au lycée de Saint-Étienne

Et par M. le Dr BERGERET (de Saint-Léger)
Médecin des hôpitaux.

Ce mémoire a spécialement pour but d'attirer l'attention des physiologistes et des médecins :

1° Sur le moyen facile de déceler le mercure ou ses sels dans les tumeurs et dans les tissus ;

2° Sur son action sur l'appareil urinaire. Desquamation épithéliale ;

3° Sur son élimination complète au bout d'un certain temps, — lorsque les doses administrées ont été faibles ;

4° Sur son absorption par la peau, soit à l'état métallique, soit à l'état salin ; — absorption qui a toujours été mise en doute, faute de moyen de la vérifier ; — absorption, enfin, qui amènera, à n'en pas douter, une modification complète dans le traitement de la syphilis.

Depuis que, le 11 décembre 1871, M. Merget a communiqué à l'Académie des sciences (1) le résultat de ses intéressantes recherches sur la diffusion des vapeurs mercurielles et sur leurs réactifs si sensibles, nous avons, M. Mayençon et moi, entrepris une série de recherches pour utiliser cliniquement la découverte du professeur de Lyon.

Mais avant d'exposer notre procédé analytique, il faut dire que

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXIII, p. 1356 : *Sur la diffusion des vapeurs mercurielles*, par M. Merget.

M. le docteur Byasson, pharmacien en chef de l'hôpital du Midi, se livrait, en même temps que nous, à des recherches analogues. Il a publié, dans le *Journal de l'anatomie* de M. Ch. Robin (1) le résultat de ses investigations, et il a décrit le mode opératoire qu'il a employé. La méthode de M. Byasson n'étant pas susceptible de se plier aux exigences cliniques, nous avons continué nos recherches.

Notre procédé consiste : 1° à fixer à l'*état métallique*, le mercure des sels hydrargyriques qui sont contenus dans les humeurs excrétées ; 2° à convertir ce mercure métallique en bichlorure ; 3° à rendre sa présence manifeste par l'action de l'iodure de potassium, avec lequel il fait un iodure mercurique rouge ; 4° à s'assurer que cet iodure rouge se dissout immédiatement dans un excès d'iodure de potassium.

DESCRIPTION DE LA MÉTHODE ANALYTIQUE.

Dans l'urine d'un malade qui prend du mercure, on place un *clou de fer* auquel on a soudé un fil de platine. Ce petit élément étant immergé dans la moitié ou dans les deux tiers de sa hauteur, on acidule l'urine avec quelques gouttes d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique pur, de telle façon qu'il y ait dégagement de quelques bulles d'hydrogène sur le fil de platine. On laisse l'élément fonctionner un quart d'heure ou une demi-heure. Le mercure, s'il y en a, se porte, à l'état métallique, sur le fil de platine.

On retire alors le couple, fer et platine, on le lave à l'eau pure, pour enlever l'acide, on le secoue ou bien on le sèche légèrement; puis on le soumet pendant une ou deux minutes à des vapeurs de chlore obtenues en quantité suffisante par l'action, à froid, de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse.

On retire le fil, on l'agite un peu dans l'air pour diffuser le chlore.

(1) *Journal de l'anatomie et de la physiologie, etc.*, par Ch. Robin, cahier de septembre et octobre 1872, page 500. — *Recherches sur l'élimination des sels mercuriels ingérés par l'homme*, par Byasson, même journal, voy. cahier de juillet et août, page 377.

On a, d'avance, légèrement imbibé une feuille de papier sans colle, feuille de papier à cigarette, avec une solution aqueuse d'iodure de potassium *au centième;* puis on passe le fil de platine sur ce papier encore humide : *S'il y a du mercure il se produit une raie rouge-brique de biiodure de mercure.*

Résumé. — 1° Immersion de l'élément fer et platine dans de l'urine acidulée avec de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique pur;

2° Lavage de l'élément après une immersion plus ou moins longue;

3° Exposition du fil de platine dans le chlore;

4° Passage du fil de platine sur du papier sans colle légèrement imbibé avec une solution d'iodure de potassium;

5° Enfin dissolution du biiodure de mercure dans un excès d'iodure de potassium.

Dans un service d'hôpital, on ne met pas plus d'une minute pour analyser chaque verre d'urine. En effet, l'urine de chaque malade étant collectionnée dans un verre spécial, on place un élément voltaïque dans chacun des verres; on acidule, et la fixation du mercure se fait pendant la visite. Il ne reste plus qu'à laver, qu'à exposer au chlore et à passer le fil de platine sur le papier humecté.

Ce manuel opératoire est aussi rapide que celui qui consiste à déceler la glycose ou l'albumine dans l'urine.

Explications nécessaires. — Notre procédé est d'une sensibilité extrême: il décèle aisément 1/100 000e à 1/150 000e d'un composé soluble de mercure, mais il y a quelques causes d'erreur à éviter.

Pile. — Au début de nos expériences, nous nous servions d'un zinc et platine, mais nous vîmes bientôt qu'à côté des *taches rouges* d'iodure mercurique, nous en obtenions, en même temps, une *jaune*, beaucoup moins soluble que le biiodure de mercure dans une solution d'iodure de potassium. Nous reconnûmes que cette tache *jaune* était de l'iodure de plomb qui provenait du zinc impur employé comme élément voltaïque. Nous dûmes, pour cette raison, substituer le fer au zinc.

Disons, en passant, que cette tache jaune constitue un excellent moyen, — et peut-être le plus sûr et le plus rapide, — de déceler des traces de plomb en dissolution.

Acide sulfurique pur. — Pour aciduler la liqueur à essayer, il faut se servir d'acide sulfurique pur, parce que celui du commerce contient du plomb.

Notre élément voltaïque constitue encore, dans ce cas, le moyen le plus rapide de constater si de l'acide sulfurique renferme des traces de plomb.

Lavage. — Le lavage consiste à enlever le peu d'acide qui pourrait adhérer au fil de platine.

Sèchement. — Quand le fil de platine est lavé, il faut le sécher; mais, pour le sécher, il ne faut pas l'essuyer, car on enlèverait le mercure; il faut simplement l'agiter vivement dans l'air. Si, lorsqu'il est encore couvert de gouttelettes d'eau, on l'exposait au chlore, cette eau dissoudrait ce gaz, ce qui présente un inconvénient comme nous allons le dire.

Chlore. — L'exposition, au chlore, du fil de platine mercurialisé, a pour but de convertir le mercure métallique en bichlorure. Il faut bien faire attention, comme nous venons de le dire, que le fil ne reste pas imprégné de chlore libre: soit que ce gaz soit dissout dans des gouttelettes d'eau attachées au fil de platine, soit qu'il reste adhérent au bichlorure produit, car le chlore décompose l'iodure de potassium et met l'iode en liberté : l'iode libre produit alors une tache brune ou noire, suivant sa quantité. Il est vrai que l'iode se volatilise et que la tache brune ou noire, disparaît promptement, mais elle masque momentanément la raie rouge.

Il faut donc, lorsqu'on retire le fil de platine de l'atmosphère de chlore, l'agiter vivement dans l'air avant de le passer sur le papier ioduré.

Nous avons déjà dit qu'on obtenait une quantité suffisante de chlore en faisant agir, à froid, quelques gouttes d'acide chlorhydrique sur du bioxyde de manganèse. A l'Hôtel-Dieu, nous avons mis quelques grammes de chlorure de chaux dans une fiole, nous avons ajouté un peu d'eau et de l'acide sulfurique, et le même

flacon nous sert depuis le commencement de nos expériences.

Solution d'iodure de potassium. — La solution d'iodure de potassium qui nous a le mieux réussi est celle à 1/100e ; cependant nous en avons de plus et de moins concentrées. Mais avec un peu d'habitude, une seule solution suffit. En effet, lorsqu'on suppose une urine peu riche en mercure, on humecte peu le papier et on le laisse presque sécher avant de passer dessus le fil de platine. Au contraire, lorsqu'on suppose l'urine riche en mercure, on essuie le fil de platine lorsque le papier est encore assez humide ; mais, en général, il vaut mieux très-peu d'humidité que trop ; car l'iodure mercurique se dissout dans un excès d'iodure de potassium comme nous l'avons déjà expliqué. *Cette dissolution est le vrai caractère qui permette d'affirner que la tache rouge est du biiodure de mercure.*

En sorte que, lorsqu'on essuie le fil de platine sur un papier à peine humide, il se produit une tache rouge faible. A l'égard de cette tache, il se présente deux cas :

1° Si l'iodure mercurique est abondant, la tache rouge *augmente* lorsqu'on humecte de nouveau le papier, pour disparaître complétement aussitôt qu'on a ajouté assez d'iodure de potassium ;

2° Si l'iodure mercurique est peu abondant, la tache rouge *disparaît tout de suite*, lorsqu'on humecte de nouveau le papier avec la solution d'iodure de potassium.

Nous avons pensé que ces quelques explications étaient nécessaires à ceux qui voudraient répéter nos expériences.

EXPÉRIENCES.

Pendant longtemps nous avons essayé le procédé analytique décrit plus haut. Nous nous sommes servis de solutions mercurielles titrées de moins en moins riches ; nons avons, à maintes reprises, constaté qu'il décelait aisément $\frac{1}{150\,000}$ de mercure.

Lorsque nous fûmes familiarisés avec cette méthode, et que nous connûmes bien les causes d'erreur, nous fîmes trois genres d'expériences :

1° Nous avons expérimenté sur l'*urine* et sur la *salive* de ma-

lades à qui nous avons administré le mercure à l'extérieur, ou des sels mercuriels à l'intérieur ;

2° Nous avons administré des dissolutions mercurielles à des lapins, par injections sous-dermiques, et nous avons recherché le mercure dans le foie, les reins, le sang, les muscles, le cerveau et les os de ces animaux ;

3° Enfin, pour suivre de plus près le phénomène de l'élimination, l'un de nous s'est mercurialisé et a analysé chaque jour ses excrétions.

Nous allons décrire ces divers ordres d'expériences.

1° Expériences sur l'urine et sur la salive des malades.

A. *Mercure pris à l'intérieur.*

Urine. — En donnant *un centigramme de bichlorure de mercure* à un malade, l'urine des vingt-quatre heures renferme une forte proportion d'hydrargyre. L'urine du lendemain n'en contient plus.

Lorsqu'on administre à un malade *un centigramme de bichlorure de mercure* pendant un certain temps, — 10 à 12 jours, — l'urine, pendant tout ce temps, renferme du mercure.

Si, après 10 ou 12 jours de cette médication, on cesse l'usage du mercure, l'urine, suivant les sujets, continue à renfermer de l'hydrargyre pendant 2, 3, 4, et même 5 jours. Mais la quantité va naturellement en diminuant.

Salive. — En administrant le mercure comme nous venons de l'indiquer, nous n'avons pas eu de cas de salivations.

M. Byasson, — expérimentant sur lui-même, — dit avoir trouvé du mercure dans sa salive ; nous n'avons pu en constater la présence dans la salive de nos malades.

Selles et sueur. — Nous n'avons cherché le mercure ni dans les selles ni dans la sueur de nos malades.

B. *Mercure administré à l'extérieur.*

Urine. — Une fille est entrée dans notre service de l'Hôtel-Dieu avec un bubon ; pendant quarante-huit heures on lui fit des

onctions avec l'onguent napolitain. Il en résulte une salivation considérable avec glossite, gingivite et adénite sous-maxillaire. L'urine renfermait du mercure en abondance, et nous constatâmes sa présence pendant 6 jours après qu'on eût cessé l'usage de l'onguent.

Notons, en passant, que cette urine devint bilieuse et très-chargée en couleur. Elle était couverte d'un *cremor* kyestéique, albumino-graisseux, et formait un sédiment épithélial considérable. Le foie et les reins étaient fortement congestionnés, pour ne pas dire enflammés.

Salive. — La salive, mêlée de gargarisme au chlorate de potasse, de jus de citron et de tisane, nous a donné un résultat sinon négatif, du moins fort douteux.

Depuis lors, chez plusieurs malades prises de salivation mercurielle, à la suite de frictions avec l'onguent napolitain, la salive nous a toujours donné un résultat douteux, tandis que l'urine renfermait du mercure en grande quantité.

On trouve du mercure dans la salive des malades qui se gargarisent avec une solution étendue de liqueur de van Swieten, plusieurs heures après l'usage du gargarisme; mais ce n'est pas le cas de M. Byasson, qui a pris une pilule de UN centigramme de bichlorure d'hydrargyre associé à 5 centigrammes de chlorhydrate de morphine. Du reste, M. Byasson n'a trouvé du mercure que dans la salive rendue deux heures après la prise de sa pilule, tandis qu'il n'y en avait plus dix à onze heures après.

L'élimination par la salive serait-elle immédiate pour cesser aussitôt?

Il est évidemment très-intéressant de savoir par quelles voies le mercure est éliminé; il est probable que toutes les humeurs excrémentitielles : urine, sucs intestinaux, sueur, salive, crachats, doivent en renfermer; mais il n'est pas douteux que les reins et le foie ne soient les émonctoires principaux de ce médicament, et que ce ne soient eux qui expulsent les dernières parties qui infectent les tissus.

Nos expériences sur les syphilitiques nous ont conduits à comparer l'action du mercure et de ses sels lorsqu'on les administre :

1° Par la peau;

2° Par le tube digestif.

Sans rien préjuger, nous inclinons à penser que les *onctions hydrargyriques* faites, soit avec la pommade au calomel, soit avec l'onguent napolitain, peuvent remplacer avantageusement les sels mercuriels pris à l'intérieur.

Pas n'est besoin, comme le font les Italiens, de faire des frictions énergiques et d'écorcher la peau, sous prétexte de faire pénétrer le mercure; il suffit d'étendre mollement la pommade sur un point quelconque du derme.

CONCLUSIONS. — Le résultat de plusieurs centaines d'analyses, faites dans notre service de syphilitiques de l'Hôtel-Dieu, semble nous autoriser à conclure :

1° Que le mercure ou les sels mercuriels, *pris en une seule fois et à petite dose*, sont éliminés *promptement* et *complétement* de l'organisme;

2° Que le mercure ou les sels mercuriels, *pris pendant un certain temps, même à petite dose*, mettent plusieurs jours à s'éliminer *complétement*.

2° Expériences avec le lait.

Le 9 décembre, M. le docteur Duplain nous remet une fiole de *lait* et une fiole d'*urine* d'une de ses malades. Cette femme, nourrice depuis six mois, a été prise subitement d'une hépatite. Sur notre prière, M. Duplain lui fit faire des frictions avec l'onguent napolitain sur la région hépatique, et, quarante-huit heures après, il a recueilli du lait et de l'urine.

Dans l'un et l'autre liquide, nous avons laissé fonctionner un élément voltaïque, pendant deux heures, pour l'épuiser.

Résultat :	Lait...............	beaucoup de mercure.
	Urine.............	—

Les deux liquides semblent contenir environ la même quantité d'hydrargyre.

Ainsi l'hydrargyration d'une nourrice qui allaite un enfant syphilitique est donc très-rationnelle.

3° Expériences sur les lapins.

Voulant savoir si le mercure imprègne également ou inégalement tous les tissus, nous avons expérimenté sur des lapins; nous en avons pris *six* de la même nichée; ils pesaient environ 700 grammes chacun.

1re EXPÉRIENCE. — Le samedi 12 septembre, à neuf heures du matin, nous injectons, sous la peau du ventre d'un lapin, 15 milligrammes de bichlorure de mercure dissous dans 1gr,50 de véhicule, alcool et eau.

Le lendemain matin, à la même heure, le lapin était mort, mais depuis peu de temps, car il était encore très-chaud.

Autopsie. — Le péritoine et le péricarde renfermaient beaucoup de liquide.

Ce liquide a donné un résultat *négatif* à l'analyse.

Il n'y avait pas d'urine dans la vessie.

L'intestin contenait beaucoup de bile.

Le lapin avait eu un violent dévoiement.

Le foie d'un côté et les reins de l'autre furent réduits en pulpe; nous les fîmes bouillir un quart-d'heure avec de l'acide azotique étendu d'eau, nous filtrâmes, et le liquide obtenu donna :

Foie........................	beaucoup de mercure.
Reins......................	—

2e EXPÉRIENCE. — Le 13, nous avons injecté sous la peau d'un autre lapin la même quantité de bichlorure dissous dans la même quantité de véhicule.

Deux heures après nous avons tué ce lapin.

Autopsie. — Nous ouvrons immédiatement le ventre et le thorax. Le cœur bat avec énergie et l'intestin est le siége de mouvements vermiculaires intenses.

La vessie ne contenait qu'une cuillerée à café d'urine.

Résultat.................... douteux.

Le foie, les reins, les muscles, le cerveau et les os sont traités, à part, comme nous l'avons indiqué plus haut:

Foie........................	beaucoup de mercure.
Reins.......................	—
Muscles.....................	mercure sensible.
Cerveau.....................	sensible.
Os..........................	traces.

3° EXPÉRIENCE. — Le 16, nous injectons un autre lapin comme les deux précédents et nous le tuons UNE HEURE APRÈS ; il paraissait ne pas souffrir encore.

Autopsie. — Le cœur bat avec énergie et l'intestin a des mouvements vermiculaires, mais moins accusés que chez le précédent.

Les analyses donnent du *mercure dans tous les organes.*

Ainsi, au *bout d'une heure*, le mercure est répandu dans tout l'organisme ; mais ce sont *les reins et le foie qui en renferment le plus.*

4° EXPÉRIENCE. — Le 16, voulant savoir combien de temps le mercure met à s'éliminer, nous injectons seulement 7mm,5 à un autre lapin. Quatre jours après, le 20, il est très-bien portant et nous le sacrifions.

Résultat.....................	mercure nulle part.

5° EXPÉRIENCE. — Jusqu'alors nous n'avons pas analysé le sang ; voulant savoir dans quelle proportion il renfermait du mercure, le 27 nous injectons, à un lapin, un centigramme de bichlorure dissous dans 1 gramme du véhicule. *Deux heures après*, nous tuons ce lapin, en le saignant à la fémorale. — 20 grammes de sang.

RÉSULTAT. — Il y a du mercure partout, mais le sang en renferme beaucoup moins que le foie et les reins.

6° EXPÉRIENCE. — Le 3 novembre nous injectons 2 centigrammes de bichlorure dissous dans 2 grammes, alcool et eau ; *une demi-heure après*, nous saignons notre lapin à la bifurcation de l'aorte.

RÉSULTAT. — Il y a du mercure partout, mais encore dans ce cas le foie et les reins sont les organes les plus mercurialisés.

CONCLUSIONS. — Ces expériences semblent nous autoriser à conclure :

1° Que le bichlorure de mercure injecté sous la peau est résorbé

et imprègne tout l'organisme dans *une demi-heure*, et peut-être plus rapidement encore ;

2° Que les reins et le foie semblent être les organes où le mercure se trouve en plus grande abondance ;

3° Que *quatre jours*, et probablement moins de temps encore suffit pour que le mercure, *pris en une seule dose*, soit complétement éliminé.

4° Expériences sur l'un de nous.

Voulant étudier plus sérieusement encore l'élimination et l'action physiologique du mercure sur l'organisme, mais ne pouvant compter qu'à l'hôpital les excrétions soient recueillies à heures fixes et bien étiquetées, l'un de nous s'est soumis pendant 11 jours à des expériences :

1° Pendant 7 jours, il a pris du bichlorure de mercure ;

2° Pendant 4 jours, il a pris de l'iodure de potassium.

Voici les détails de cette expérimentation.

1° *Absorption du mercure.*

Il fit dissoudre 10 centigrammes de bichlorure de mercure dans 10 cuillerées à bouche d'alcool et d'eau.

PREMIER JOUR. — Le 13 novembre, à 10 heures du soir, 3 heures après le souper, il prit une cuillerée de la solution.

Total de l'urine rendue jusqu'à 7 h. du matin... 483 c.c.

1re émission, à 4 h. matin : Claire, limpide, jaunâtre légèrement acide.

Poids......... 1019 Quantité......... 261 c. c.
Résultat.................... mercure très-sensible.

2e émission, à 7 h. matin : claire, limpide, un peu plus colorée, à peine acide.

Poids......... 1026 Quantité......... 222 c. c.
Résultat..................... mercure peu sensible.

DEUXIÈME JOUR. — Le 14, à 10 heures du soir, une cuillerée de solution.

Total de l'urine rendue la nuit............. 476 c. c.

1re émission : claire, limpide, légèrement acide.

Poids......... 1020 Quantité......... 260 c. c.
Résultat..................... mercure abondant.

2ᵉ émission, à 7 h. matin : claire, limpide, légèrement acide.

Poids......... 1024 Quantité......... 216 c. c.
Résultat...................... mercure peu sensible.
Urine de l'après-midi........... pas de mercure.

Appétit vif.

TROISIÈME JOUR. — Le 15, à 10 heures du soir, une cuillerée de la solution.

Total de l'urine de la nuit................. 584 c. c.

1ʳᵉ émission, à 6 h. du matin: léger cremor, léger sédiment, acide.

Poids......... 1019 Quantité......... 477 c. c.
Résultat...................... beaucoup de mercure.

2ᵉ émission, à 7 h. matin : ni cremor, ni sédiment, peu acide.

Poids......... 1018 Quantité......... 107 c. c.
Résultat...................... douteux.
Urine de l'après-midi........... rien.

Appétit violent.

QUATRIÈME JOUR. — Le 16, à 10 heures du soir, une cuillerée de la solution.

Total de l'urine de la nuit................. 582 c. c.

1ʳᵉ émission, à 4 h. matin : cremor sensible, sédiment épithélial et urique, acide.

Poids......... 1019 Quantité......... 405 c. c.
Résultat...................... mercure abondant.

2ᵉ émission, à 7 h. matin : léger cremor, sédiment, acide.

Poids......... 1020 Quantité......... 177 c. c.
Résultat...................... peu de mercure.
Urine de la journée............ pas de mercure.

Dans la journée, quelques coliques et un peu de diarrhée bilieuse.

CINQUIÈME JOUR. — Le 17, à 10 heures du soir, une cuillerée de la solution.

Total de l'urine de la nuit................. 770 c. c.
Trois selles bilieuses la nuit.

1ʳᵉ émission, à 1 h. du matin : cremor kyestéique irisé, albumino-graisseux, sédiment jaune, muqueux, épithélial et urique, acide.

Poids......... 1020 Quantité......... 380 c. c.
Résultat...................... mercure abondant.

2ᵉ émission, à 7 h. du matin ; cremor, sédiment *ut supra*, acide.
Poids......... 1022,5 Quantité......... 390 c. c.
Résultat..................... douteux.

Dans la journée estomac légèrement douloureux, envies fréquentes d'aller à la selle. — Remarquons que cette nuit l'urine a été abondante et que la seconde émission ne renfermait pas de mercure, quoique la première émission ait eu lieu à 1 heure du matin. La plus grande quantité du mercure a sans doute été rejetée par le foie.

SIXIÈME JOUR. — Le 18, à 10 heures du soir, unec uillerée de la solution.

Total de l'urine de la nuit................ 560 c. c.
Une selle bilieuse à 3 heures du matin.

1ʳᵉ émission, à 3 h. du matin : cremor irisé, sédiment considérable, acide.
Poids......... 1019 Quantité......... 355 c. c.
Résultat..................... mercure abondant.

2ᵉ émission, à 7 h. du matin : cremor, sédiment *ut supra*, peu acide.
Poids......... 1021 Quantité......... 205 c. c.
Résultat..................... douteux.
Urine de la journée............ douteux.

SEPTIÈME JOUR. — Le 19, à 10 h. du soir, une cuillerée de la solution.

Total de l'urine de la nuit................ 504 c. c.

1ʳᵉ émission, à 5 h. du matin : cremor et sédiment considérables, acide.
Poids......... 1020 Quantité......... 301 c. c.
Résultat..................... mercure abondant.

2ᵉ émission, à 7 h. du matin : cremor et sédiment considérables, acide.
Poids......... 1021,5 Quantité......... 203 c. c.
Résultat..................... sensible.

Dans la journée : goût métallique à la bouche, ardeur et picotements à la langue et aux gencives, à 3 heures lassitude, à 6 heures violents frissons, selles bilieuses.

Des *selles recueillies* donnent un résultat positif avec *tache rouge très-accusée*.

Salive....................... douteux.

On cesse l'administration du mercure : il en a été pris 7 centigrammes.

Huitième jour.

Total de l'urine de la nuit................ 583 c. c., très-acide, très-foncée en couleur, cremor irisé, sédiment muqueux, épithélial et urique.
Résultat..................... mercure très-sensible.
Poids......... 1031.

La journée est assez bonne, un peu d'adénite sous-maxillaire.

Salive....................... très-douteux.
Urine du jour................. —

2° *Action de l'iodure de potassium.*

Neuvième jour. — Depuis 48 heures le mercure n'était pas administré, l'urine semblait ne plus en contenir. Voulant savoir si l'iodure de potassium jouissait réellement de la propriété expulsive qu'on lui attribue, le 21, à 10 heures du soir, il est pris 50 centigrammes d'iodure de potassium.

Total de l'urine de la nuit................ 503 c. c., acide.
Poids......... 1021.
Résultat..................... mercure en quantité très-notable.

L'urine est extrêmement iodée, l'iode donne une réaction splendide. Dans la journée, l'urine ne renferme plus ni iode ni mercure. L'ardeur et les picotements des gencives et de la langue ont disparu.

Dixième jour. — Le 22, à 10 heures du soir, 50 centigrammes d'iodure de potassium.

Total de l'urine de la nuit................ 607 c. c., plus de cremor, le sédiment est peu considérable, acide.
Poids......... 1020.
Résultat..................... iode en abondance, mercure sensible.
Urine de la journée..................... rien.

Onzième jour. — Le 23, à 10 heures du soir, 50 centigrammes d'iodure de potassium.

Total de l'urine de la nuit................ 653 c. c., légèrement acide, ni cremor, ni sédiment.
Résultat...................... iode en abondance, mercure point.

Le 24, à 10 heures du soir, il est encore pris 50 centigrammes d'iodure de potassium. L'urine du matin contenait une grande quantité d'iode, mais pas de mercure.

L'usage de l'iodure fut encore continué quelques jours sans qu'il parût de mercure dans l'urine.

La santé est revenue parfaite.

Réflexions sur cette dernière expérimentation. — Dans cette dernière expérimentation nous avons suivi pas à pas :

1° L'action du bichlorure de mercure sur l'organisme;

2° Le mode d'élimination du mercure ingéré.

3° L'action de l'iodure du mercure après un traitement mercuriel.

Examinons séparément chacun de ces points de physiologie.

1° *Action du bichlorure de mercure sur l'organisme.*

Le bichlorure de mercure pris à petite dose est d'abord très-bien toléré et il augmente sensiblement l'appétit.

Au bout de quelques jours, il fluxionne les reins, puis le foie et enfin la muqueuse buccale.

La fluxion, qu'il détermine sur l'appareil urinaire, se manifeste d'abord par une simple desquamation épithéliale ; cette desquamation augmente bientôt et, en même temps, il se produit une exsudation muqueuse. Le tout se traduit par un sédiment muqueux jaunâtre dans lequel se trouvent de nombreuses cellules épithéliales et des cristaux d'acide urique. Ce sédiment augmente incessamment et rapidement.

En même temps, l'urine se couvre d'un cremor albumino-graisseux qui augmente aussi incessamment et rapidement. L'un de nous a déjà expliqué (1) que ce cremor était un signe de faiblesse indirecte, c'est-à-dire que l'organisme détruisait plus qu'il ne recevait, ce qui explique naturellement l'appétit vif observé pendant cette expérimentation.

Du côté du foie, le bichlorure provoque d'abord une supersécrétion bilieuse. Ceci, d'après les nouvelles interprétations de

(1) *Manuel de la santé, etc.*, par Bergeret (de Saint-Léger). Paris, 1870, chez Germer Baillière.

A. Flint, sur les fonctions de la bile, explique encore l'augmentation d'appétit. Bientôt la sécrétion bilieuse devient si abondante, qu'il y en a plus qu'il n'en faut pour dissoudre les principes azotés alimentaires, et qu'il y a diarrhée bilieuse. A cet état correspond une coloration plus foncée de l'urine.

Enfin, la muqueuse buccale se fluxionne à son tour; on a d'abord un goût métallique prononcé, puis survient de l'ardeur et des picotements des gencives et de la langue. Enfin les glandes salivaires se tuméfient.

Tels sont les phénomènes observés sur nous, à la suite de l'ingestion du bichlorure d'hydrargyre, à la dose d'*un* centigramme, par jour, pendant 7 jours.

Nous ne parlons pas ici des accidents graves décrits par les auteurs et dont tous les syphiliopathes sont témoins souvent dans leur service d'hôpital ; ceci est en dehors de notre expérimentation.

2° *Élimination du mercure ingéré.*

Lorsqu'on prend *un centigramme* de bichlorure de mercure, il est éliminé et on le retrouve dans les humeurs excrémentitielles ; toutefois, toutes ces humeurs n'en renferment pas également ; car tandis que sa présence est douteuse dans la salive, ce sel est, au contraire, très-abondant dans l'urine et dans les sucs intestinaux.

Le *mercure est-il également abondant dans toute l'urine rendue dans les 24 heures?* Non, c'est l'urine rendue dans les premières heures qui suivent l'ingestion qui le contient *presqu'en* totalité. En effet, on remarquera dans les détails de notre expérimentation que la première émission en renferme toujours beaucoup, tandis que dans la seconde émission sa présence est quelquefois douteuse.

— Notons que le mercure semble avoir une propriété diurétique, et lorsqu'il y a un sédiment produit, c'est dans ce sédiment qu'il semble être le plus abondant.

— Une autre remarque sur laquelle nous devons insister, c'est qu'il y a une sorte de lutte entre les reins et le foie pour débarrasser promptement le sang du sel mercuriel. Ainsi, les derniers

jours de l'expérimentation, il y avait diarrhée bilieuse et l'urine contenait moins de mercure, tandis que les selles en étaient très-chargées.

Le sang se débarrasse donc très-promptement du mercure absorbé; néanmoins une certaine partie imprègne les éléments anatomiques et se fixe dans les tissus, puisque l'*urine du sang* en contient encore pendant plusieurs jours après avoir cessé l'usage du mercure. — C'est évidemment l'accumulation du mercure dans les tissus qui produit ces accidents ulcéreux graves, lorsque la médication est longtemps continuée, sans interruption.

L'élimination de cette portie fixée est lente et insensible. L'urine du jour, *urine de la digestion*, n'en renferme pas ou en renferme une proportion si faible, qu'on ne parvient pas à la mettre manifestement en évidence ; on n'en trouve que dans l'*urine du sang*, urine de la désassimilation.

De nos expérimentations, il ressort clairement, pour nous, que les reins sont les principaux émonctoires du mercure.

3° *Action de l'iodure de potassium après un traitement mercuriel.*

L'iodure de potassium ingéré est presque immédiatement expulsé par l'urine. On le décèle avec la plus grande facilité par le procédé suivant, indiqué par l'un de nous dans sa brochure sur l'eau de Saxon (1): on met de l'urine dans un tube à expérience, on y ajoute goutte à goutte de l'acide azotique chargé de vapeurs nitreuses ; l'iode est ainsi mis en liberté et donne une teinte brune ou noirâtre à l'urine, suivant la quantité. On ajoute ensuite une petite quantité de sulfure de carbone qui dissout l'iode en prenant une teinte violette plus ou moins foncée, suivant la quantité d'iode dissous.

L'*iodure de potassium absorbé a-t-il une action sur le mercure fixé sur les éléments anatomiques ?* Notre expérience personnelle ne nous laisse aucun doute à cet égard : nous avons pris de l'iodure quarante-huit heures après avoir cessé l'usage du bichlorure de mercure; à ce moment, l'*urine du sang* ne contenait pas de mercure ou, du moins, en renfermait en quantité infinitésimale. Après

(1) Bergeret, *Lettre sur les eaux de Saxon*, p. 116. Paris, 1866, Germer Baillière.

cette ingestion, le mercure se trouve en quantité très-notable dans l'urine rendue la nuit. Soixante-douze heures après, l'iodure de potassium fit encore rendre du mercure. Le quatrième jour il n'y eut plus de mercure, ni les jours suivants.

Ceci nous autorise à dire que les études de Natalis Guillot et de Melsens, en 1845 et en 1849, et celles de Duroy en 1854, sont parfaitement justes.

Un traitement hydrargyrique doit donc toujours être suivi d'un traitement par l'iodure de potassium.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De l'ensemble de ces recherches, nous croyons pouvoir conclure :

1° Que le mercure et ses sels sont absorbés par la peau aussi bien que par l'estomac ;

2° Que du mercure absorbé, une partie, la plus considérable, est immédiatement éliminée, tandis que l'autre, la moins considérable, imprègne d'abord les tissus pour n'être éliminée qu'insensiblement. Cette élimination est toutefois assez prompte, si l'imprégnation n'a pas été rendue profonde par l'usage longtemps continué du mercure ;

3° Que l'élimination semble se faire par toutes les humeurs excrémentitielles ; mais principalement par l'urine et par les sucs intestinaux ;

4° Que l'iodure de potassium a une action marquée pour débarrasser l'organisme du mercure qu'il a fixé ;

5° Que le mercure et les hydrargyriques rendus par les humeurs excrémentitielles et spécialement par l'urine *se décèlent* aisément par le fonctionnement d'un élément voltaïque, fer et platine. Le mercure se fixe sur le platine à l'état métallique, il est ensuite converti en bichlorure, à l'aide du chlore, et enfin en biiodure rouge avec une solution d'iodure de potassium.

Par le même procédé, nous avons entrepris des recherches pour caractériser différents métaux ; nous avons déjà des résultats favorables pour l'or, le plomb, l'argent, etc. Nous communiquerons plus tard nos résultats.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

La projection des phénomènes visuels suivant les lignes de direction, par F. C. Donders. (Extrait des *Archives néerlandaises*, 1872, t. VII.)

Suite et fin (1).

7. *L'estimation de l'innervation de distance laisse également peu de chose à désirer pour les objets rapprochés.*

a. *D'après la convergence exigée, nous jugeons la distance.*

C'est ce qui a lieu dans la vision ordinaire. Un point sur lequel le regard s'est arrêté, ne fût-ce qu'un instant, peut ensuite être atteint du bout du doigt, les yeux étant fermés. Outre l'innervation consciente, il y a dans ce cas encore d'autres facteurs actifs; mais nous pouvons les exclure sans que le résultat en souffre beaucoup.

La preuve la plus nette s'obtient par l'indication de la distance d'un point lumineux (une succession rapide de très-petites étincelles d'induction) dans une chambre parfaitement obscure. Il faut, de plus, que la tête soit appuyée; car des déplacements latéraux exigent, de la part des yeux, pour qu'ils continuent à fixer le même point, des mouvements d'autant plus considérables que ce point est plus rapproché; or il pourrait résulter de là quelque indice concernant la distance. Dans cette expérience, tous les facteurs, autres que la convergence et l'accommodation, sont exclus (2). Néanmoins, en opérant à la portée de la main, j'ai trouvé que l'erreur ne s'élevait en moyenne qu'à un centimètre (3).

b. *Réciproquement, d'après le jugement sur la distance, nous réglons l'innervation motrice.*

Lorsque j'ai vu un objet, ne fût-ce qu'indirectement, et qu'immédiatement après je ferme les yeux et les fais mouvoir de côté et d'autre, je suis en état, au moment où ils se rouvrent ou même auparavant, de les diriger de telle sorte que, tout d'abord, l'objet se trouve fixé binoculairement : l'écart, du moins, est toujours très-faible. L'innervation de distance et celle de direction répondent donc toutes deux à l'idée préconçue. Tout au plus, j'observe

(1) Voyez *Journ. d'anat. et de physiol.*, n° de septembre-octobre 1872.

(2) Entre autres, l'indication provenant de l'inclinaison des méridiens (ce qu'on a appelé le mouvement de roue), indication dont la valeur n'a été convenablement appréciée que tout récemment, par M. J. J. Müller (*Kön. Sächs. Gesellsch. der Wiss.*, 6 mai 1871).

(3) Voyez les tableaux communiqués dans les *Verslagen van de Koninklijke Akad. v. Wetenschappen*, 1871, t. VI.

une petite oscillation de l'objet, ce qui a lieu aussi quand on cligne rapidement les yeux tout en continuant de fixer le même point, et doit être attribué en partie à un mouvement communiqué à l'œil par les paupières. M. Helmholtz a essayé d'atteindre binoculairement son doigt indicateur, qu'il avait élevé avant d'ouvrir les yeux; mais il n'y parvenait que lorsqu'il frottait ce doigt avec le pouce ou qu'il le mettait en contact avec un objet extérieur. Chez moi, même sans cette condition, l'idée de la situation acquiert ordinairement une vivacité suffisante. Mais l'expérience est tout aussi concluante lorsqu'on a d'abord vu le doigt, ou tel autre objet choisi, qu'ensuite on ferme les yeux et les tourne de divers côtés, puis qu'on les rouvre, en cherchant au même moment à viser l'objet primitivement regardé. De cette manière, on se convaincra aisément qu'il est possible de régler exactement l'innervation motrice d'après le jugement sur la direction et la distance.

Les deux catégories d'expériences nous apprennent donc, l'une et l'autre, qu'il existe une relation entre l'innervation volontaire et l'idée absolue de la place où les objets sont vus binoculairement. Lorsque l'innervation exigée est modifiée par des prismes, le jugement s'accommode bientôt à ces nouvelles conditions. Mais il ne s'ensuit pas que, dans la vision ordinaire, l'estimation des impulsions ne soit pas absolue. Il n'y a aucune contradiction entre une estimation absolue dans les conditions normales et une accommodation relativement rapide dans des conditions normales. D'autres groupes musculaires nous apprennent la même chose. Un pianiste aveugle se retrouve, au bout de peu de minutes, sur un clavier dont les touches sont plus larges ou plus étroites que celles auxquelles il est habitué; qu'à un violoniste exercé, qui sur son instrument sait atteindre toutes les positions avec une précision assurée, on donne en main un alto, et à peine aura-t-il posé les doigts sur le manche et tiré quelques sons, qu'involontairement il accommodera ses mouvements aux dimensions plus grandes du nouvel instrument. Le myope, armé de verres neutralisants, écrit sans le vouloir en caractères plus grands, — et de nouveau en caractères plus petits lorsqu'il dépose les lunettes. Dans tous ces cas, la facilité de l'accommodation tient sans doute à ce que, lorsque l'organe se fatigue, une impulsion plus forte est nécessaire pour atteindre le même but, et que, par cela seul, nous avons dû, pendant toute notre vie, travailler à l'accommodation et, par suite, l'apprendre.

8. *L'estimation de la distance est influencée aussi par les propriétés des objets (ombre et lumière, grandeur, forme perspective, etc.). Dans la vision ordinaire, celles-ci correspondent à la distance réelle et agissent par conséquent dans le même sens que l'innervation de distance. Mais, artificiellement, elles peuvent être mises en désaccord avec elle, et, lorsque cela arrive, l'innervation seule ne peut pas régler le jugement.*

Ce qui vient d'être dit ressort avec évidence de la contemplation d'un tableau, qui reproduit avec vérité la perspective exacte et la couleur des objets, ainsi que les effets d'ombre et de lumière. Mais pourquoi l'illusion est-elle plus parfaite lorsqu'on regarde d'un seul œil? C'est que, dit-on, dans la

vision binoculaire, les images perspectives de l'œil droit et de l'œil gauche devraient différer; or le tableau donne la même pour tous les deux, ce qui doit nuire à l'illusion. Mais celle-ci sera-t-elle donc plus parfaite si l'on se sert d'un seul œil, qui bien certainement ne perçoit pas deux projections différentes? Pour cela il n'y a aucune raison, car nous ne tenons pas compte de ce que la vision ne s'opère que par un seul œil, et nous lui posons les mêmes exigences que lorsqu'elle les emploie tous les deux. Je crois, en effet, que la cause doit être cherchée ailleurs, et qu'elle consiste en ceci : en fermant un œil, on peut changer la convergence, et on la change réellement, d'après l'idée de la distance. Qu'on se place devant un tableau, qu'on regarde d'abord un point sur le premier plan, et qu'ensuite, après avoir couvert l'un des yeux au moyen d'un petit écran, on dirige le regard sur quelque objet situé censément à une plus grande distance ; alors, en retirant l'écran, cet objet apparaîtra en images doubles croisées qui ne tardent pas à se rapprocher, mais en laissant évanouir une partie de l'illusion. Un observateur, placé près de la personne qui regarde le tableau, constatera aussi que l'œil tenu derrière l'écran exécute un mouvement en dehors, au moment où l'œil libre se porte, d'un objet rapproché, sur un objet figuré directement au-dessus du premier, mais dans un éloignement plus grand. — Ainsi, l'innervation de distance reste efficace dans la contemplation monoculaire d'un tableau, et si son exclusion, dans la vision binoculaire, fait tant de tort à l'illusion, c'est la meilleure preuve de l'influence qu'elle exerce sur la formation de nos jugements.

Tout concourt donc à établir ce résultat: dans la vision binoculaire et directe, un point est vu là où l'innervation motrice volontaire fait croiser les lignes visuelles.

Nous avons maintenant à parler, en second lieu, de la *projection dans le cas de la vision indirecte*. Il faut ici distinguer entre ce qui, vu binoculairement, donne lieu à une image simple, et ce qui apparaît sous l'aspect d'images doubles.

9. *Dans la vision indirecte, binoculaire et simple, l'objet se voit au point de croisement des lignes de direction.*

Le même syllogisme, que nous a présenté la vision directe, trouve encore son application ici. Nous voyons l'objet à la place où il se trouve réellement ; au point occupé par l'objet se croisent les lignes de direction : donc nous le voyons au point de croisement des lignes de direction.

En général, ces prémisses et la conclusion qu'on en tire sont exactes. Elles le sont surtout pour les parties centrales du champ visuel qui, dans la vision, jouent le rôle essentiel. Mais, il y a aussi des écarts. D'abord, contrairement à la première prémisse, nous ne voyons pas les divers points exactement dans la direction où ils se trouvent par rapport à notre corps. C'est ce qui est mis en évidence quand nous mesurons l'étendue du champ visuel. Tous les détails relatifs à ce point ont été réunis par M. Helmholtz dans le § 28 de son *Traité classique*.

La seconde prémisse n'est pas prouvée non plus d'une manière absolue. En

premier lieu, il est douteux qu'on puisse dire, en se bornant à un seul œil visant à l'infini, que chaque point vu indirectement se trouve sur la ligne visuelle; au moins, si l'on doit entendre par là que les lignes tirées, en cas d'accommodation parfaite, de chaque image rétinienne à l'objet correspondant, passent, pour la périphérie du champ visuel aussi bien que pour le centre, par un seul et même point nodal (commun). Il n'est donc pas prouvé, — loin de là, — que les deux lignes visuelles se croisent au point vu indirectement. En second lieu, l'astigmatisme normal empêche déjà, à lui seul, que les images rétiniennes soient une réduction exacte du champ visuel sphérique. Il y a donc des écarts, et il importe d'en étudier la cause. Mais ils sont assez petits pour ne pas infirmer, relativement aux parties utilisables du champ visuel, cette proposition générale: que tout ce qui est perçu par vision indirecte, binoculaire et simple, se voit au point de croisement des lignes de direction.

De même que pour la vision directe, la question se présente ici de savoir *pourquoi* les objets vus *indirectement* se voient au point de croisement.

M. Volkmann (1) a fait découler le jugement, relatif à la direction de l'action musculaire qui est nécessaire pour porter le regard direct sur le point vu indirectement. L'impulsion exigée pour ce déplacement, et que l'expérience nous a appris à connaître, déterminerait la direction dans laquelle nous voyons le point situé en dehors des axes visuels. Cette opinion est partagée par M. Helmholtz (2). Il la trouve déjà indiquée chez Herbart et chez M. Lotze ; elle a été développée ensuite, au point de vue physiologique, par MM. Meissner et Czermak, et, dans ses rapports avec les idées visuelles plus spécialement par M. Wundt. Elle est en parfaite conformité avec la théorie de l'origine purement empirique de nos idées. Je ne reproduirai pas ici les considérations que j'ai fait valoir ailleurs contre cette théorie et son application exclusive(3). Il suffit d'en rappeler le résultat final, savoir: que la projection de ce qui est vu indirectement et l'impulsion motrice se sont développées depuis les générations les plus reculées, en harmonie l'une avec l'autre, et cela par la même voie suivant laquelle elles continuent à se modifier réciproquement chez l'homme individuel, de sorte qu'il est tout aussi exclusif de déduire la projection de l'impulsion volontaire que de faire découler celle-ci de la première. A une pareille manière de voir, M. Helmholtz ne reprochera sans doute pas d'exclure l'étude des rapports d'origine qui rattachent nos idées aux phénomènes visuels.

10. *Lorsqu'il existe des images doubles, mais qui, dans l'esprit, se fusion-*

(1) Wagner's *Handwörterbuch*, art. *Sehen*, t. III, p. 340 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, § 28 ; la partie historique se trouve aux pages 593 et suiv.

(3) Voy. : *Onderzoekingen gedaan in het Phys. Labor der Utrechtsche Hoogeschool*, 3e sér., t. I, p. 83 ; et encore : *Archief voor natuur- en geneeskunde*, t. VI, p. 247 ; *Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetensch.*, 1871, t. VI ; *Archiv f. Ophthalmol.*, t. XVIII. En cet endroit j'ai aussi essayé d'expliquer pourquoi un point vu indirectement apparaît au point de croisement.

nent en une image unique, l'objet est encore vu au point de croisement des lignes de direction.

Une personne non exercée, mais douée de bons yeux, étant placée dans l'obscurité, la tête appuyée, on lui fait fixer binoculairement un point lumineux consistant en une série de très-petites étincelles d'induction ; puis on fait jaillir à des distances variables et, de plus, à côté, en haut ou en bas, une étincelle qui donne des images doubles bien distinctes. De ces images doubles notre observateur n'a rien remarqué ; il a vu une étincelle. Mais il sait mettre le doigt aussi bien sur l'étincelle que sur le point lumineux. La situation du point lumineux, il la déduit de l'innervation des muscles oculaires ; celle de chaque étincelle, par rapport au point lumineux, des images doubles fusionnées. L'erreur de l'indication ne devient un peu grande que lorsque l'étincelle est située très sur le côté, ou lorsque le point de mire se trouve à une grande distance, de sorte que les images doubles peuvent difficilement se fusionner ; en moyenne, l'erreur ne s'élève qu'à 1/11. Le point lumineux et l'étincelle doivent être si faibles qu'on ne voie absolument pas autre chose dans l'enceinte obscure (1).

11. *Lorsque les images doubles ne se combinent pas en une image unique, elles donnent l'impression de deux objets différents. La direction où ceux-ci se voient, par rapport au point fixé, est déterminée, pour chacun d'eux séparément, par l'angle que forment, dans l'œil correspondant, la ligne de direction de l'image rétinienne et l'axe visuel. Quant à la distance, nous nous la figurons égale à celle du point fixé, lorsque l'expérience exclut tout autre source d'information. Mais dans la vision ordinaire, où la distance est ordinairement connue, notre jugement est souvent déterminé par cette connaissance.*

Quand les images doubles sont prises pour deux objets situés à côté l'un de l'autre, il est certain qu'aucune des deux ne peut être vue à la place où se trouve l'objet. Il y a donc à se demander : où les voit-on ? La direction est indiquée *dans tous les cas*, sans le moindre doute, par la ligne de direction de l'image rétinienne : en fixant P, l'image dédoublée de p se trouve dans l'œil gauche S à droite, dans l'œil droit D à gauche du point fixé ; — en fixant p, *tout* devient inverse. Mais à quelle distance les images se placent-elles sur ces lignes de direction ? Quand tout autre indice fait défaut (comme dans l'enceinte obscure), et que le regard reste parfaitement fixe, elles sont vues exactement dans l'horoptère du point fixé. L'idée qu'on a affaire à trois objets situés à côté l'un de l'autre est si bien établie, que les images ne bougent pas quand on les fixe successivement. On est entièrement dominé par l'illusion que les deux images dédoublées se voient réellement à l'*intersection des lignes de direction* du point rétinien frappé et du point correspondant (non frappé). L'expérience réussit tout aussi bien lorsque les points lumineux ne se trouvent pas dans le plan médian et que le point fixé se voit à côté des deux images dédoublées.

(1) Voyez les tableaux communiqués dans les *Versl. en meded. der Kon. Akad. van Wetensch.*, t. VI.

Si la même expérience est exécutée dans les conditions ordinaires de la vision, en prenant au lieu d'étincelles de petits objets, la ligne de direction de chaque image rétinienne continue à déterminer, comme nous l'avons déjà dit, la direction de la vision. Mais la connaissance qu'on a de l'objet, et les déplacements parallactiques auxquels donne lieu le plus faible mouvement de la tête, influent sur l'estimation de la distance.

Lorsqu'on tient deux objets, par exemple deux crayons, dans le plan médian, le crayon sur lequel le regard est fixé se voit toujours entre les images doubles de l'autre. Mais si le crayon le plus rapproché est tenu en dehors du

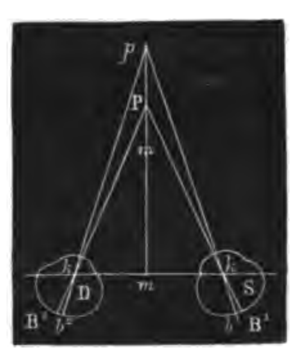


FIG. 1.

plan médian, sur la ligne allant d'un des yeux au crayon le plus éloigné, l'une des images doubles tombe toujours sur l'objet fixé, tandis que l'autre est placée respectivement à droite ou à gauche. Or, dans cette expérience, le rapprochement et l'écartement respectifs, qui s'opèrent entre les doubles images des objets fixés alternativement, donne lieu à une remarquable illusion visuelle. Qu'on regarde, d'abord d'un seul œil, alternativement une mire et un objet situé, à grande distance, dans la direction de cette mire. Alors, quand le regard se porte sur la mire, elle et l'objet paraissent se déplacer tous les deux du côté de l'œil ouvert, tandis qu'ils paraissent se mouvoir vers le côté opposé quand le regard se fixe sur l'objet. Voici l'explication de ce phénomène. Un point vu directement se montre à sa vraie place, au point de croisement des lignes de direction, soit qu'on se serve d'un seul œil ou des deux yeux à la fois. Si l'on regarde d'un seul œil la mire, dont la distance est connue, l'œil fermé se dirige également sur elle : on voit la mire à sa place, mais l'objet est dévié. Si l'on regarde l'objet, l'œil fermé se dirige à son tour vers lui : l'objet est à sa place, mais la mire est déviée. A chaque alternation, les deux points se meuvent donc à la fois : l'un parce qu'il vient à sa place, l'autre parce qu'il la quitte. Il est maintenant facile de se rendre compte de ce qui arrive lorsque, dans cette expérience, les deux yeux sont tenus ouverts. La mire apparaît en images doubles lorsqu'on regarde l'objet; l'objet apparaît en images doubles lorsqu'on regarde la mire; et, en les regardant alternative-

ment, on voit les images doubles de l'un venir respectivement de la droite et de la gauche en se rapprochant, tandis que celles de l'autre se dirigent vers la droite et vers la gauche en s'écartant. Ces déplacements en sens opposé peuvent se compenser dans notre perception, de sorte que la mire et l'objet restent alors tous les deux à leur place. Fait-on au contraire l'expérience en tenant un œil fermé, on ne voit chaque fois qu'une seule des images doubles, et son mouvement apparent, qui maintenant n'est pas compensé, produit la même impression qu'un mouvement réel.

Des expériences de ce genre ont été faites par M. Hering, qui s'est appuyé sur elles pour soutenir qu'on ne projette pas nécessairement les objets sur les lignes visuelles. En effet, pendant que l'œil fermé tourne seul à droite et à gauche, les objets sur lesquels l'autre œil reste immuablement fixé semblent se déplacer. Par conséquent : projection variable, malgré l'invariabilité de la ligne visuelle.

Le phénomène s'explique très-simplement par ceci, que les objets fixés binoculairement se voient au *point de croisement* des lignes visuelles, de sorte que le jugement relatif à la situation doit se modifier lorsque, une des lignes visuelles conservant une direction fixe, celle de l'autre vient à changer. Soit,



Fig. 2.

fig. 2, cp la direction fixe de la ligne de regard de l'œil gauche S: cp, cp' et cp'' trois directions de la ligne de regard de l'œil droit D: pour ces trois directions, l'objet se verra alors respectivement en p, à droite du plan médian mm, en p', dans le médian même, et en p'', à gauche de ce plan. Or, pour le jugement, il importe peu que l'un des yeux soit couvert pendant l'expérience. Que l'on fixe un objet binoculairement, avec soin, et qu'alors on glisse un écran devant l'un des deux yeux : l'objet ne bougera pas. Ou bien, qu'on tienne un écran dans le plan médian : tout restera à sa place, et l'on ne remarquera même pas que presque tous les objets ne sont plus vus que d'un seul œil. Dans l'expérience à laquelle se rapporte la figure 2, l'œil droit peut donc rester fermé; pourvu qu'il soit dirigé successivement sur p, p' et p'', le point situé dans la ligne visuelle de S passera, tout aussi bien, du côté droit, par le plan médian, au côté gauche. A la rigueur, quand il ne se trouve qu'un

seul objet sur la ligne visuelle gauche, par exemple p, cet objet devrait aussi, vu l'absence d'images doubles, paraître se raprocher de l'œil. Mais c'est ce qu'il ne fait pas, ou du moins ne fait qu'imparfaitement, parce que l'angle visuel, sous lequel on le voit, conserve sensiblement la même grandeur. Il faudrait donc, en même temps, se figurer l'objet devenant plus petit dans la même proportion où on le croirait plus rapproché; or, devant une exigence aussi déraisonnable, l'innervation de distance se déclare impuissante.

Lorsqu'on veut représenter la situation des images doubles sur un tracé graphique, on doit prolonger les lignes de direction jusqu'à la distance où se trouve le point d'intersection des lignes visuelles. Là seulement les lignes visuelles ont un point commun dans l'espace, et, par suite, là seulement les points situés sur les lignes de direction de l'un ou l'autre œil, indifféremment, prennent, entre eux et par rapport au point de mire, la place qui représente la direction dans laquelle ils sont vus.

Le résultat général de notre étude est donc : que nous voyons les objets, dans la vision directe, là où l'innervation motrice amène au croisement les axes visuels, et dans la vision indirecte, pour chaque œil, à une distance angulaire de l'axe visuel déterminée par la ligne de direction du point rétinien frappé.

En terminant je dois dire encore un mot de l'œil cyclopien de Hering.

M. Hering enseigne que nous voyons un point par chacun des deux yeux, dans la direction où le verrait un œil cyclopien médian. M. Helmholtz va encore plus loin dans l'application de l'œil cyclopien : « J'ai trouvé, dit-il (1), que la position apparente de l'horizon rétinien est, à l'égard des rotations axiales des deux yeux, dans une dépendance analogue à celle qui pèse sur la direction apparente de la ligne visuelle. » Si j'ai bien compris M. Helmholtz, je dois, en me fondant sur mes expériences (voy. l'annexe), combattre son opinion. Un œil cyclopien, qui aurait subi la rotation axiale moyenne, verrait sans doute comme les deux yeux conjointement; mais on ne peut pas dire qu'il verrait comme chaque œil séparément. Cela est impossible, rien que pour la raison que chaque œil voit une inclinaison différente. Il en est tout autrement ici que pour les lignes visuelles, au point d'intersection desquelles chaque œil séparément place le point visé. Ce point d'intersection se déplace du même côté vers lequel tourne l'œil fermé, la rotation dans ce sens se communique donc à la perception dont le point de départ est dans l'œil ouvert. Mais dans le cas de la rotation autour de l'axe optique, la perception est comme le produit moyen de deux inclinaisons différentes, et quand un œil se ferme, une de ces inclinaisons est supprimée, et cesse par conséquent d'agir comme élément compensateur par rapport à l'autre. Nous recevons alors, par l'œil ouvert, la sensation d'une inclinaison telle qu'elle devrait exister en réalité pour engendrer la même sensation lors de la vision par les deux yeux; car, ce qui est vu d'un seul œil, nous croyons le voir des deux.

(1) *Loc. cit.*, p. 608-612.

Il en est de même, en réalité, de l'inclinaison apparente qui est propre aux méridiens verticaux. Regardant des *deux yeux* à travers un tube, en face d'une paroi blanche, on réussit à tendre un fil à peu près verticalement. *Un œil seul* y reconnaît alors son inclinaison spéciale qui, dans toutes les circonstances, différera d'autant plus de celle appartenant à la vision binoculaire que, dans celle-ci, l'autre œil aurait compensé plus fortement.

Pour les rotations autour de l'axe optique, aussi bien que pour les directions des lignes de regard, la conception de l'œil cyclopien me paraît donc insuffisante : ici, parce qu'elle fait abstraction de la distance du point de croisement, là, parce qu'elle donne seulement une moyenne de sensations qui ne sont pas les mêmes pour les deux yeux.

Plus loin (1), M. Helmholtz revient encore une fois sur l'œil cyclopien, pour faire remarquer que les « directions visuelles » qui en partent ne peuvent jamais se couper, et qu'ainsi s'évanouit la difficulté que présentent, sous ce rapport, les doubles images croisées fournies par les deux yeux. Mais il suffit de rapporter, comme M. Helmholtz lui-même l'a fait très-justement (2), chaque ligne de direction à la ligne visuelle de l'œil correspondant, pour que toute difficulté disparaisse. En prolongeant les lignes de direction des images croisées jusqu'à la distance du point d'intersection des lignes visuelles, où elles représentent toutes les deux un seul et même point de l'espace, le diagramme donnera aussi la position exacte des doubles images.

Je crois donc devoir m'en tenir à l'œil double de Hering, sans le convertir en œil cyclopien.

Annexe. Les expériences dont il est question à la page 106 consistaient à tendre un fil horizontalement ou verticalement, au jugé de l'œil, en le regardant par un court tube et le projetant sur une surface unie, puis à mesurer la quantité dont il s'écartait de la direction voulue. Cette méthode a déjà été appliquée par M. Hering et d'autres. Pour moi, ce que j'avais spécialement en vue, c'était d'obtenir des déterminations pour le cas où l'un des yeux reste invariablement fixé dans une direction parallèle au plan médian, tandis que l'autre est fortement tourné en dedans (convergence asymétrique). Je me suis borné à la rotation dans un plan horizontal, la tête étant tenue verticalement ; en opérant de cette manière, l'inclinaison projetée était déjà assez grande pour résoudre la question posée.

Lorsqu'on tourne l'œil, par exemple à gauche, autour de l'axe optique (ce qui peut très-bien se faire avec les doigts), la ligne verticale fixée par le regard penche à droite : pour paraître verticale, une ligne doit donc, dans ce cas, pencher en réalité à gauche. Par conséquent, si dans l'expérience on donne effectivement au fil une pareille inclinaison, on pourra en conclure que l'œil a exécuté une rotation dans le même sens autour de l'axe optique. Nous appelons cette direction : la direction négative. La rotation autour de

(1) *Loc. cit.*, p. 745.
(2) *Loc. cit.*, p. 696.

l'axe optique est au contraire positive quand elle se fait à droite (dans le sens des aiguilles d'une montre), ce qui arrive lorsque nous jugeons vertical un fil qui penche à droite.

Les résultats des expériences ont été communiqués en détail à l'endroit déjà cité des comptes rendus de l'Académie des Pays-Bas. Ici, je mentionnerai seulement celles où l'on compare le jugement formé en cas de parallélisme des lignes visuelles, avec celui qui prend naissance lorsqu'un des yeux tourne en dedans, tandis que l'autre continue imperturbablement à regarder droit devant lui.

	Lignes visuelles parallèles.	Œil droit tourné en dedans,
Œil droit........	— 0,93°	+ 4°,95
— gauche......	— 4°,3	— 5°,31
Différence.......	3°,37	10°,26

Par la rotation en dedans l'inclinaison positive de l'œil droit augmente ici beaucoup plus que l'inclinaison négative de l'œil gauche ; mais, indubitablement, cette dernière augmente aussi, et, en aucun cas, il ne se produit une inclinaison apparente dans le sens de celle de l'œil droit.

	Lignes visuelles parallèles.	Œil gauche tourné en dedans.
Œil droit........	+ 0°,53	+ 2°,48
— gauche	— 3°,38	— 6°,06
Différence.......	8°,91	8°,54

Les mêmes expériences (deux séries, I et II) ont été faites en donnant au fil, par estimation, une position *horizontale*.

	Lignes visuelles parallèles.	Œil gauche tourné en dedans. I.	Œil gauche tourné en dedans. II.
Œil droit........	— 0°,69	+ 2°,7	+ 2°,68
— gauche	— 3°,25	— 6°	— 6°,77
Différence	2°,56	8°,7	9°,45

Enfin, une dernière série se rapporte au cas où l'on cherche aussi à donner au fil une position *horizontale*, mais où c'est la ligne visuelle de l'œil *gauche* qui continue à se diriger droit en avant.

	Lignes visuelles parallèles.	Œil droit tourné en dedans.
Œil droit........	— 0°,69	+ 2°,9
— gauche......	— 3°,25	— 4°,78
Différence..........	2°,56	7°,68

Toutes ces expériences démontrent qu'en passant du parallélisme des lignes visuelles à leur convergence asymétrique, l'œil dont le regard reste parallèle au plan médian modifie l'inclinaison de la projection de son plan méridien en sens contraire de l'œil porté fortement en dedans.

Sur les organes essentiels de la reproduction des Anguilles (*Intorno agli organi essenziali della riproduzione delle Anguille*), par les prof. G. Balsamo-Crivelli et L. Maggi, (et *Del perfetto ermafroditismo delle Anguille*), par le professeur G. B. Ercolani. Bologna, 1872, in-4°.

On sait que le mode de reproduction des Anguilles est resté jusqu'à présent inconnu, et que les efforts combinés des anatomistes du siècle passé et de celui-ci n'avaient acquis à la science qu'un très-petit nombre de faits positifs. Ce que nous connaissions sur l'appareil reproducteur n'avait trait qu'aux ovaires qui avaient été découverts déjà dans le siècle passé par Mondini, de Bologne, et O. F. Muller, puis étudiés, à une époque plus récente, par Rathke. Quant aux organes mâles, ils avaient échappé jusqu'à présent à toutes les recherches. Sans résoudre complétement le problème, les travaux des naturalistes italiens que nous allons résumer ont fait faire un grand pas vers sa solution. Il reste sans doute bien des points en litige ou même encore inabordés; néanmoins ces deux Mémoires nous amènent l'un et l'autre à la conclusion que les Anguilles sont des hermaphrodites complets.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi confirment la description des ovaires donnée par Mondini et Rathke. Les glandes femelles sont closes, sans oviducte, s'étendant l'une à droite et l'autre à gauche, tout le long de la cavité abdominale. Elles commencent sur les côtés du foie et se réunissent en dessous et en arrière de la vessie en un seul tronc qui se prolonge encore, sur une courte distance, dans la partie supérieure de la queue. Chacun de ces organes est en forme de ruban, attaché à la partie dorsale du corps par un faible repli du péritoine; leur bord ventral, libre, offre de nombreux plis qui font paraître l'ensemble comme composé d'une série d'éventails disposés transversalement au corps de l'animal. Ils ont une enveloppe de tissu connectif dont la face interne envoie des lames qui, par leur intersection, forment des cavités closes; ces cavités contiennent des gouttelettes de graisse et des ovules. Los œufs se rencontrent dans toutes les saisons, mais leur degré de développement n'est pas le même à toutes les époques; c'est en mai et en juin qu'on les trouve le plus gros.

Selon les deux professeurs de Pavie, les testicules ne présentent pas la même symétrie que les ovaires; celui de droite se développe seul d'une manière complète, tandis que celui de gauche ne se rencontre pas chez tous les individus, et lorsqu'il existe, c'est avec des dimensions extrêmement réduites, les traces de cet organe correspondant à l'extrémité postérieure de celui de droite. Les auteurs ne nous donnent malheureusement pas de détails sur l'histologie de ce testicule atrophié; ils ne décrivent que le testicule droit. Celui-ci est toujours situé à droite de l'intestin, en dedans de l'ovaire et adhérent à la face interne de l'intestin qui repose sur la vessie natatoire; il

commence plus ou moins près de la vésicule du fiel et se termine près du cloaque en s'appliquant sur le rectum. Grêle et droit dans son tiers antérieur, il est plus gros dans ses deux tiers postérieurs. Sa partie antérieure est entière ; sa partie postérieure offre une dentelure due à des franges en nombre variable et différentes de forme et de longueur ; ces franges sont longues et nombreuses dans les Anguilles très-développées. La couleur du testicule est d'un blanc laiteux, quelquefois d'un blanc jaunâtre, par suite de la graisse qu'il contient ; il est enveloppé d'un repli du péritoine recouvrant du tissu connectif qui, dans les franges, fournit des cloisons interceptant d'assez grandes cellules. C'est dans ces cellules que se trouve le liquide spermatique mêlé à des gouttelettes de graisse. Les zoospermes sont très-petits ; leur corps, en forme d'ellipsoïde, est trois ou quatre fois plus long que large : la queue diminue rapidement d'épaisseur et devient si grêle que l'on ne peut pas l'apercevoir dans toute sa longueur. Dans quelques Anguilles, les auteurs ont vu le corps des zoospermes se rapprocher de la forme sphérique et porter à la place de la queue une sorte de moignon très-gros relativement à l'appendice filiforme normal ; on aurait alors affaire à des formes identiques avec celles que Dufossé a décrites chez les Serrans comme des zoospermes dans un état rétrograde.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi admettent pour les anguilles un hermaphroditisme complet, parce que le testicule manque de conduit efférent spécial qui puisse amener le sperme à l'extérieur ; aussi, selon eux, le sperme d'un individu est-il appelé à féconder seulement les œufs qui se trouvent dans la cavité abdominale. Ils ont observé plusieurs fois à l'extrémité de certaines franges testiculaires une capsule contenant des zoospermes ; cette capsule n'était attachée à la frange que par l'intermédiaire d'un vaisseau sanguin qui, chez certains individus, était même déjà atrophié, de manière à faire supposer que la capsule devait se détacher plus tard et flotter comme un spermatophore dans la cavité abdominale pour s'ouvrir ensuite sur les œufs.

Les orifices génitaux et urinaires paraissent être assez difficiles à observer, du moins dans certaines saisons de l'année. MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent l'orifice de l'urèthre comme percé dans la paroi du cloaque au-dessous de l'anus, il est très-large et peut donner passage à une sonde. En coupant, selon sa longueur, la paroi inférieure de l'urèthre, on voit sur la paroi supérieure, et à environ 4 ou 5 millimètres au-dessous du méat urinaire, un orifice qui conduit dans un canal placé transversalement entre la vessie et le rectum ; ce canal communique avec la cavité abdominale par l'intermédiaire de deux grands orifices latéraux. Les auteurs donnent à l'orifice percé dans la paroi supérieure de l'urèthre le nom d'orifice *uréthro-vaginal*, au canal transversal dans lequel conduit cet orifice le nom de *canal vaginal*, et aux deux grands orifices latéraux internes débouchant dans la cavité abdominale, celui d'orifices *abdomino-vaginaux* ou *utéro-vaginaux*.

On peut se demander si cette nomenclature est heureusement choisie et si les mots de *vagin* et d'*utérus* doivent être employés pour les Anguilles, lors-

qu'on admet, comme le font les auteurs, que ces poissons pondent des œufs déjà fécondés. Il nous semble que c'est plutôt à un oviducte que l'on devrait comparer le canal qui commence par les deux orifices béants et recueille les œufs dans la cavité abdominale pour les emmener jusqu'au cloaque.

Mais cette question de nomenclature n'a que fort peu d'importance; nous devons au contraire en accorder beaucoup aux faits intéressants observés par les deux professeurs de Pavie, et reconnaître que leur Mémoire éclaircit la plupart des points qui étaient restés obscurs jusqu'à présent dans l'anatomie des organes reproducteurs des Anguilles. Malheureusement, presque tout ce qui concerne la structure des organes mâles est remis en question par le mémoire de M. Ercolani. Tout en arrivant à des résultats qui lui font conclure aussi à l'hermaphroditisme complet des Anguilles, le professeur de Bologne donne une description des testicules qui diffère complétement de celle que nous devons à ses deux collègues de Pavie. Il a trouvé entre le corps frangé ou ovaire droit et l'intestin un autre ruban, plus court et plus étroit que celui-ci, et dont l'extrémité inférieure adhère à la paroi latérale droite du rectum. Cet organe est ce que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent comme le testicule droit et dans lequel ils ont découvert des zoospermes. M. Ercolani le considère au contraire comme un testicule atrophié; il l'appelle le troisième corps frangé et le décrit comme formé d'un réseau vasculaire recouvert à l'extérieur par le péritoine et ne contenant dans ses mailles que des cellules adipeuses. Après avoir constaté cette structure dans les Anguilles d'eau douce, il pensait qu'il trouverait peut-être cet organe fonctionnant comme un testicule dans les Anguilles de mer; mais dans ces dernières il le trouva au contraire beaucoup plus petit, plus grêle et plus transparent; sa structure intime était du reste la même. Il décrit d'autre part un organe, situé dans la moitié gauche du corps, qu'il regarde comme le vrai testicule, le seul fonctionnant. C'est une vessie (*vescica*) pyriforme allongée, s'étendant de l'espace compris dans l'anse que forme l'intestin sous le foie jusqu'au rectum. Ses parois sont lisses et fortement vasculaires sur beaucoup de points, laissant voir dans d'autres de nombreuses cellules polygonales ou arrondies, suivant qu'elles sont plus ou moins pressées les unes contre les autres. Dans les Anguilles d'eau douce ces cellules sont pleines de graisse et rien ne ferait préjuger des fonctions de l'organe. Chez les Anguilles de mer les conditions sont différentes. Dans un grand échantillon, en particulier, les organes se présentaient avec leur aspect ordinaire, sauf que l'anus était déformé par trois pièces cutanées turgides et très-vasculaires; mais, en examinant les parois de la « vessie abdominale », l'auteur observa des myriades de corpuscules de couleur légèrement orangée et en forme de champignon qui se mouvaient sous le champ du microscope. La graisse qui, dans les Anguilles d'eau douce, remplissait les cellules, était ici très-peu abondante, et les alvéoles contenaient un corpuscule arrondi, de couleur opaque, à surface hispide et ayant $0^{mm},035$ de diamètre. M. Ercolani regarde ces alvéoles comme les « cellules proligènes » du testicule, les corpuscules

à surface hispide comme les cellules spermatiques, et les corpuscules mobiles comme des zoospermes (?).

On voit que, tout en concluant à l'hermaphroditisme complet des Anguilles, M. Ercolani donne une description des organes reproducteurs qui diffère considérablement de celle que nous devons à ses collègues de Pavie. Il ne voit dans le testicule droit qu'un organe atrophié, et considère celui de gauche comme étant le seul qui soit appelé à fonctionner, tandis que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi n'ont jamais vu le testicule gauche qu'à l'état rudimentaire et ont, par contre, trouvé des zoospermes bien caractérisés dans celui de droite. Il se pourrait cependant que ces divergences si prononcées fussent plus apparentes que réelles, et que l'on arrivât à les expliquer lorsqu'on aura étudié la série des phases par lesquelles passent les organes reproducteurs des Anguilles d'eau douce et de mer à toutes les époques de l'année. Il faudra aussi s'assurer si ces différences ne tiennent pas à des influences locales ou à des particularités spécifiques. Nous devons, à ce propos, mentionner une observation très-intéressante, due à MM. Balsamo-Crivelli et Maggi et relative à la distinction spécifique des Anguilles, qui ne reposait jusqu'à présent sur rien de précis. Les caractères dont on s'était servi pour distinguer les espèces d'Anguilles d'Italie paraissent insuffisants, et les *A. acutirostris* et *latirostris* de Yarrel ne doivent probablement être considérées que comme des variétés. Les deux professeurs de Pavie sont arrivés à reconnaître dans les Anguilles de leur pays deux espèces, dont l'une, qu'ils nomment *A. orthoentera*, a l'intestin à peu près en ligne droite, et dont l'autre, à laquelle ils donnent le nom un peu barbare de *A. anacamptoentera*, a un intestin flexueux. A cette différence d'organisation interne correspondent certaines différences extérieures tirées de la position relative de l'anus. Les auteurs ne nous disent pas s'ils se sont assurés d'une identité de structure dans les organes reproducteurs de leurs deux espèces. Or, nous devons faire remarquer que la figure qu'ils donnent de ces organes représente un individu appartenant à l'*A. orthoentera*, tandis que la figure donnée par M. Ercolani a été faite d'après un individu à intestin flexueux, c'est-à-dire appartenant à l'*A. anacamptoentera*. Ces deux espèces n'offriraient-elles point quelques différences dans le développement relatif des parties de leurs organes mâles? Ce n'est guère probable; toutefois, nous croyons devoir poser la question aux naturalistes qui sont placés de manière à pouvoir la résoudre.

(*Revue scientifique suisse.*)

Le propriétaire-gérant :
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'INFLAMMATION DU PÉRITOINE

ET L'ORIGINE DES LEUCOCYTES

Mémoire présenté à l'Académie des sciences à Paris, le 17 février 1873.

Par le Dr V. FELTZ

Lauréat de l'Institut,
Professeur d'anatomie et de physiologie pathologiques à la Faculté de médecine de Nancy.

Nous avons établi expérimentalement, dans deux Mémoires publiés en 1870 dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques* de M. Ch. Robin, 1° que les globules de pus qui infiltrent le péritoine en cas d'inflammation suppurative ne provenaient pas de la sortie des leucocytes à travers les parois des vaisseaux artériels veineux ou capillaires (1); 2° que d'autre part on ne pouvait accuser comme source de l'infiltration purulente les éléments épithéliaux du péritoine, attendu que, dans tout processus irritatif de cette membrane, il y avait toujours, au bout d'un certain temps relativement très-court, desquamation des couches épithéliales, et qu'avant celle-ci on peut toujours, en colorant convenablement les épithéliums, s'assurer qu'il y a de nombreux leucocytes fixés dans la trame même de la membrane (2).

Les leucocytes de nouvelle formation ne procédant ni de l'émigration vasculaire, ni de la prolifération épithéliale, nous avions à rechercher leur origine réelle. C'est ce but que nous avons essayé d'atteindre dans le travail actuel, commencé à Strasbourg avant les désastres de 1870, et que, pour cause de maladie, nous n'avons pu terminer que tout récemment.

(1) *Journ. de l'anat. et de la physiol.* de Ch. Robin. 7e année, 1870, p. 35 et suivantes.

(2) *Ibid.*, p. 513.

I

STRUCTURE DU PÉRITOINE

L'étude histologique du péritoine nous montre que cette membrane est composée d'un feutrage conjonctif très-lâche, renforcé de quelques fibres élastiques et tapissé d'un épithélium pavimenteux dont les contours deviennent très-appréciables, par l'imbibition des préparations dans de légères solutions de nitrate d'argent. Nous ne reviendrons pas sur ces épithéliums, décrits et dessinés dans notre Mémoire du mois de septembre 1870.

Sur nombre de points, principalement dans le mésentère que nous avons spécialement étudié, le péritoine s'adosse à lui-même. Les deux feuillets sont alors unis par un tissu conjonctif d'une ténuité extrême, semblable à la gélatine de Warthon, dans lequel rampent les nombreux vaisseaux qui s'y capillarisent pour se rendre à l'intestin.

Sur une coupe transversale, autrement dit suivant l'épaisseur, le mésentère se présente sous forme de deux lamelles conjonctives très-minces accolées l'une à l'autre par une gangue intermédiaire qui se distingue par de nombreuses traînées d'éléments fusiformes très-nets, mesurant entre 5 et 8 millièmes de millimètre (fig. 1, page 116 ; grossissement de 1/300).

Les traînées sont parallèles les unes aux autres et se montrent à des grossissements relativement petits (1/200) sous forme de lignes grisâtres renflées de distance en distance. C'est dans cette gangue que rampent les vaisseaux, et c'est à leur niveau que cette espèce de gélatine paraît surtout abondante.

Les noyaux longitudinaux des capillaires ressemblent en tous points aux renflements fusiformes de la gangue interpéritonéale (fig. 3, grossissement de 1/350).

Dans la trame péritonéale proprement dite, les éléments fusiformes se rencontrent également, seulement ils y sont moins distincts parce que le tissu fibrillaire que constitue la trame y est plus serré. Il n'y a donc d'autre différence entre la lamelle fon-

damentale et la gangue médullaire qu'un degré de tassement plus considérable dans la trame de la première lamelle.

Pour bien voir cette texture, nous avons opéré sur des péritoines desséchés sur des cartes de visites non glacées; la dessiccation opérée, il est facile de faire des coupes suivant l'épaisseur d'une grande minceur, et la simple imbibition dans de l'eau distillée de la lamelle coupée et posée sur le verre à microscope suffit pour obtenir la séparation du support de papier et le rétablissement des éléments de la membrane.

Les préparations faites avec des péritoines durcis dans de l'acide chromique convenablement dilué ne nous ont jamais donné de préparations aussi nettes que les péritoines préalablement desséchés.

Par l'emploi de l'acide acétique, le tissu interpéritonéal du péritoine montre mieux encore les traînées fusiformes ci-dessus signalées, mais au bout de très-peu de temps il survient une véritable fusion, ou mieux une dissolution, tout aussi bien des éléments cellulaires que de la trame fibrillaire.

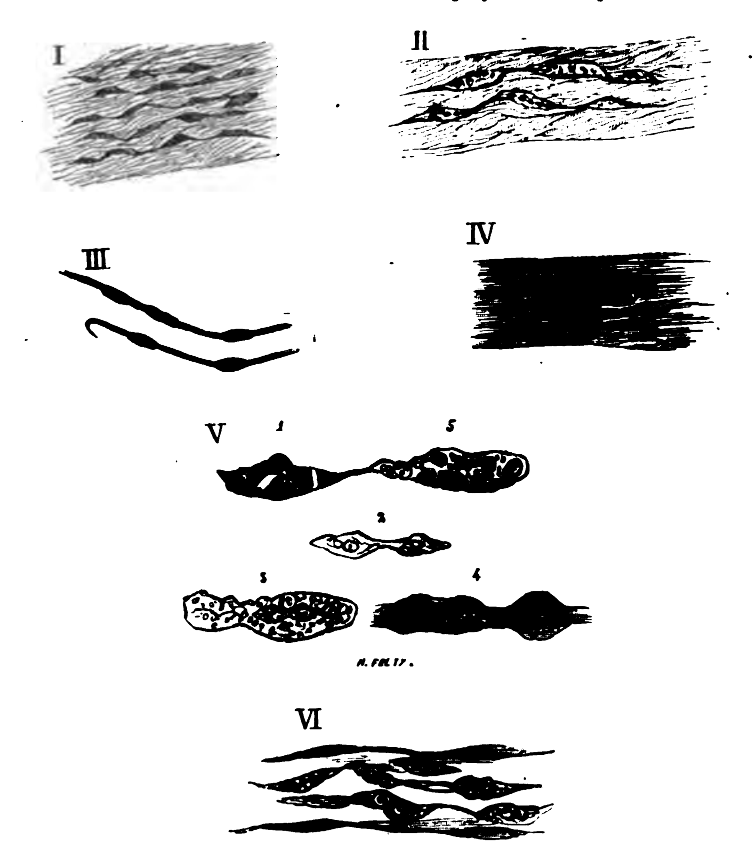
L'usage de l'acide acétique ne nous paraît donc pas rendre de réels services, d'autant plus que l'on peut encore lui reprocher de coaguler le contenu des éléments et de faire croire à la présence de noyaux là où il n'y en a pas en réalité. C'est surtout lorsqu'on étudie des pièces pathologiques que l'on doit se mettre en garde contre les erreurs que l'acide acétique pourrait faire commettre ici.

Pour les vaisseaux que l'on rencontre dans le péritoine, nous ne nous occuperons que des plus petits capillaires, parce que, grâce à la simplicité de leur paroi, il est assez facile d'y observer les phénomènes qui caractérisent le début de ce qu'on appelle le travail inflammatoire.

Les petits capillaires dont nous entendons parler sont ceux qui, pour toute paroi, montrent une couche hyaline amorphe sur laquelle se trouvent dessinés quelques noyaux fusiformes disposés, soit suivant l'axe longitudinal, soit suivant l'épaisseur (fig. 3, grossissement de 1/150).

Ces noyaux, ou mieux ces renflements, mesurent à peine

quelques millimètres dans leur plus grande longueur; par l'action de l'acide acétique, ils gonflent quelquefois assez pour doubler leur volume et devenir beaucoup plus transparents. Sous



l'action de l'eau distillée seule, ils ne varient que très-peu, quelle que soit la durée de l'imbibition. Ces noyaux sont en tout semblables à ceux que nous avons signalés dans la gangue du tissu péritonéal.

II

PROCÉDÉS OPÉRATOIRES

Pour étudier l'inflammation à ses différents degrés, nous avons procédé sur le péritoine à peu près de la même manière que

pour la cornée (1), c'est-à-dire que nous avons pratiqué simultanément un grand nombre d'expériences pour pouvoir, en sacrifiant les animaux à différents moments, établir à peu près la succession régulière des phénomènes pathologiques.

Nous n'avons opéré que sur des grenouilles. Pour enflammer le péritoine, nous avons introduit dans la cavité de cette membrane des corps étrangers : soit de la charpie, soit de la ouate, soit de simples morceaux de papier. L'introduction faite, nous refermions avec soin la cavité abdominale et nous abandonnions les animaux dans leurs conditions habituelles plus ou moins longtemps. Il en survit toujours assez pour avoir un ou deux spécimens à étudier chaque jour pendant une huitaine, laps de temps à peu près nécessaire pour l'évolution complète de la phlogose purulente.

Les péritoines malades ont toujours été en partie desséchés suivant le procédé mentionné, et en partie traités par l'acide chromique dilué. Nous avons procédé ainsi, parce qu'il nous a toujours été impossible de nous rendre compte d'une manière rigoureuse des phénomènes qui se passent en dehors des vaisseaux, dans des péritoines d'animaux vivants, étalés sur des plaques de liége ou sur des plaques de verre.

Pour connaître des phénomènes tout de début, il est bon de se servir de péritoines simplement extraits de la cavité abdominale et exposés à l'air un certain nombre d'heures. Il est des grenouilles qui survivent quatre et cinq jours à semblable opération.

III

PHASES DIVERSES DE L'INFLAMMATION SUPPURÉE DANS LE PÉRITOINE DE LA GRENOUILLE

1° Prise à la dernière période, l'inflammation suppurative du péritoine montre cette membrane considérablement épaissie, friable, lactescente, ridée, veloutée et grenue à sa surface. Minceur, transparence, élasticité, poli de la surface, tout a disparu.

(1) *Journ. de l'anat. et de la physiol.* de Ch. Robin, p. 516 et suivantes.

Les vaisseaux présentent des irrégularités de contour, des flexuosités, qui n'existent pas à l'état normal.

A l'examen histologique, il est aisé de se convaincre que la texture normale est entièrement modifiée : les épithéliums n'existent plus, le stroma si fin, si délicat, ne reste pour ainsi dire plus que sous forme de linéaments qui circonscrivent des amas très-considérables de leucocytes de forme et de volume différents, suivant leur état de tassement.

Si l'on traite une semblable coupe par le pinceau, si l'on débarrasse le stroma, dans les limites du possible, des éléments cellulaires libres, on obtient un véritable tissu aréolaire à fibres conjonctives irrégulièrement enlacées les unes aux autres et très-variablement coupées par des vaisseaux de différents calibres à parois plus ou moins épaissies.

Il est bien évident, en présence de semblables préparations, qu'il y a eu adjonction de tissu nouveau dans le péritoine enflammé. Les leucocytes qui infiltrent toute l'épaisseur de la membrane et qui, finalement, deviennent libres et flottent dans le liquide péritonéal, ne se détachent de la membrane malade que lorsque celle-ci ne peut plus les retenir dans ses mailles, qui elles-mêmes n'existent pas à l'état normal et ne sont en quelque sorte que le résultat de l'introduction forcée des leucocytes entre les fibres parfaitement juxtaposées primitivement. Les éléments blancs paraissent avoir joué vis-à-vis de la trame péritonéale le rôle de coin, d'où l'apparente raréfaction du tissu propre et l'aspect réticulé de celui-ci.

A cette période de l'inflammation, les vaisseaux artériels veineux et capillaires sont plus ou moins perdus dans cet amas de leucocytes, et si l'on en retire des houppes, on les trouve couvertes d'éléments blancs qui y paraissent appendus comme de petits fruits.

Cet état ultime de suppuration se présente au bout d'espaces de temps très-variables. J'ai vu des péritoines complétement suppurés au bout de trois fois vingt-quatre heures; d'autres fois il faut sept à huit jours. Je ne sais à quoi tiennent ces différences d'évolution, car je n'ai pas remarqué que le mode d'irritation y

soit pour quelque chose; pour expliquer le phénomène, j'incline plutôt à penser qu'il y a là une condition de terrain tenant à l'espèce ou à l'âge de l'animal en expérience.

2° A un degré moins avancé de l'évolution inflammatoire, on constate que le phénomène actif de la production leucocytique ne se produit pas indifféremment dans toute l'épaisseur du péritoine, mais que c'est bien dans ce que nous avons appelé la gangue interpéritonéale que se montrent tout d'abord les leucocytes. Comme c'est précisément là que rampent les rameaux vasculaires de tous genres, on a tout d'abord pensé voir dans cette disposition l'explication de tout le phénomène, et l'on en est venu à considérer les éléments blancs comme sortis des vaisseaux, en un mot, on a admis l'émigration des leucocytes. Nous avons vu, dans nos Mémoires antérieurs, qu'il ne peut pas en être ainsi; nous ne reviendrons donc pas sur notre démonstration. Il nous suffit pour le moment de signaler le fait de la production plus rapide de leucocytes dans la gangue que dans le tissu conjonctif proprement dit du péritoine; nous en trouverons l'explication dans un instant.

Dans la lamelle péritonéale proprement dite, là où à l'état normal nous avons vu de petits éléments fusiformes, enchâssés entre les couches fibrillaires, les leucocytes sont loin d'être aussi uniformément répandus que dans la gangue; ils s'y rencontrent groupés sous forme de petits amas linéaires, plus ou moins régulièrement sphériques, séparés les uns des autres par du tissu conjonctif fibrillaire normal. Les amas de ce genre se peuvent voir dans des points relativement très-éloignés de toute espèce de vaisseaux, nouvelle preuve, d'après nous, que ces leucocytes ne procèdent pas de l'intérieur des vaisseaux (fig. 4, page 116; grossissement de 1/350).

Les préparations de ce genre s'obtiennent sur des péritoines enflammés depuis quarante-huit heures à quatre jours. S'il est impossible de préciser le temps que l'inflammation met à amener les lésions au point voulu pour l'examen histologique dont nous venons d'énumérer les résultats, on trouvera des indices plus certains de la période du phénomène inflammatoire dans les ca-

ractères macroscopiques. Abstraction faite de l'injection des vaisseaux, de l'hypérémie, le péritoine montrera à cette période de phlogose des taches opalines, au niveau desquelles le brillant et le poli habituels de la surface péritonéale auront disparu pour faire place à une certaine rugosité plus sensible à l'œil qu'au toucher. Les plaques paraissent aussi dépasser de quelque peu les points encore sains de la membrane, en un mot elles font relief. A ce moment, la desquamation épithéliale a déjà commencé.

3° L'examen des péritoines enflammés depuis quelques heures seulement donne l'explication des deux périodes que nous venons de décrire.

Les caractères macroscopiques sont, au début de l'inflammation, presque imperceptibles; nous n'avons à signaler que la turgescence vasculaire, un changement de teinte des surfaces enflammées qui commencent à perdre leur transparence habituelle et à paraître moins brillantes, comme si l'on avait répandu sur elles de fines poussières. Au toucher, on constate une humidité plus grande et un certain épaississement œdémateux qui est très-probablement la cause réelle du changement de teinte ci-dessus signalé.

Si l'on examine à ce moment les couches péritonéales de la surface à la profondeur, on remarque que, comme seule différence entre l'état normal et l'état actuel, il n'y a qu'un gonflement considérable des éléments conjonctifs qui apparaissent alors comme des lacunes fusiformes qui se touchent par leurs prolongements également dilatés. Le contenu des lacunes est transparent ou très-finement granuleux. Là où il y avait à l'état normal des renflements de 2 à 5 millièmes de millimètre, il y a maintenant des espaces qui ont de 2 à 3 centièmes de millimètre dans leur grande largeur. L'élément qui avait une longueur variant entre 5 et 9 millièmes de millimètre, mesure à présent une étendue dix fois plus considérable (figure 2, grossissement de 1/350).

La même disposition, mais bien plus apparente encore, se voit dans la gangue qui entoure les vaisseaux et qui forme le tissu

interpéritonéal là où cette membrane s'adosse à elle-même : les éléments fusiformes des capillaires sont très-dilatés dans tous les sens et mesurent jusqu'à 2 et 3 centièmes de millimètre (fig. 6, grossissement de 1/350) ; ces éléments, n'importe où on les observe, sont tantôt isolés, tantôt juxtaposés bout à bout par deux, trois et quatre, et constituent ainsi de véritables chapelets à grains ellipsoïdes (fig. 5, n° 1 ; page 116).

Lorsqu'il n'y a que deux fuseaux qui se touchent par l'une de leurs extrémités caudales renflées, on a sous les yeux la forme d'un biscuit et l'image de ce que beaucoup d'auteurs ont décrit comme le commencement de la segmentation cellulaire (fig. 5, n° 2, 3, grossissement de 1/600).

Si l'on observe avec soin la disposition histologique du péritoine au début de l'inflammation, on trouve toujours de ces formes en biscuits où le trait d'union entre ce que nous prenons pour deux éléments qui se touchent se trouvera plus ou moins rétréci et pourra être pris pour un étranglement. Pour nous, comme on vient de le voir, ce ne sont pas des éléments qui se séparent, mais bien au contraire des éléments qui se rapprochent et qui tendent à se confondre en une seule et même cavité à diamètre partout égal (voyez l'ensemble de la figure 5).

C'est dans ces lacunes losangiques qu'apparaissent les premiers leucocytes qui se forment aux dépens du contenu des fuseaux et par la segmentation de celui-ci (fig. 5, n° 1).

On trouve toujours, dans des préparations bien réussies, les différents stades de l'organisation du protoplasma ; à côté de lacunes fusiformes tout à fait transparentes, on en voit où le contenu devient granuleux, d'autres où des raies plus ou moins nettes et régulières marquent la division par tas microscopiques de la substance dite protoplasmique (fig. 5, n° 1, grossissement de 1/600), et d'autres enfin où deux et trois leucocytes de différent diamètre occupent l'intérieur de la cavité lacunaire ou plasmatique (fig. 5, n° 1). C'est par l'agrandissement en nombre et en volume des leucocytes que les lacunes finissent par crever et donner la liberté à leur contenu. On comprend ainsi très-facilement la raréfaction relative du tissu conjonctif, l'ulcération des membranes et même

la friabilité des tuniques vasculaires et surtout la déchirure facile des capillaires, dont la simple paroi ne doit pas tarder à se fenêtrer par l'usure des noyaux qui sont devenus de véritables espaces à incubation leucocytique. Si la circulation ne se ralentissait pas à un moment donné de l'inflammation, comme nous l'avons prouvé dans notre premier Mémoire de 1870, il est évident que les petits foyers apoplectiques seraient la règle dans les inflammations des membranes et des parenchymes.

IV

CONCLUSIONS

Quant au contenu des éléments plasmatiques, il est évident pour nous que, dans le péritoine comme dans la cornée, le tissu conjonctif qui forme la trame de ces membranes est sillonné par un réseau canaliculé dont les renflements fusiformes sont ce que nous appelons les *éléments cellulaires du tissu conjonctif*, les *noyaux conjonctifs*, ou encore les *cellules plasmatiques*. Dans ces réseaux, il n'y a pas à l'état normal d'éléments figurés stables ou fixes, mais simplement un suc organique qui est très-probablement le plasma du sang arrivé à son summum de nutritivité, autrement dit le *protoplasma*. En cas d'irritation, la circulation sanguine venant à augmenter et le sang subissant à son tour des modifications dans son plasma, il en résulte une augmentation et une modification parallèles dans le protoplasma, d'où le développement si considérable du réseau et des éléments plasmatiques et l'organisation dévoyée que nous appelons leucocytes. Il n'est pas douteux pour nous que ce protoplasma devenant libre pour une cause ou pour une autre, ne puisse parfaitement donner lieu d'emblée à la formation de leucocytes. Nous espérons pouvoir bientôt en donner des preuves irréfutables dans les alvéoles pulmonaires. La multiplication des éléments pour nous, a pour point de départ la segmentation du *protoplasma* et nullement la division cellulaire ou nucléaire comme l'admet encore la doctrine de Virchow.

DE LA

CONTRACTILITÉ PHYSIQUE

ET DE QUELQUES AUTRES PROPRIÉTÉS QUE PRÉSENTENT LES TISSUS NON VIVANTS DE L'ORGANISME ANIMAL ET NOTAMMENT DE L'ENDOSMOSE DES GAZ ET DES VAPEURS.

(Mémoire présenté à l'Association française pour l'avancement des sciences, dans la séance du 11 septembre 1872, du congrès de Bordeaux (Section des sciences médicales).

Par M. L. Ch. BOULLAND

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'École de médecine de Limoges.

PLANCHES III, IV, V, VI ET VII.

Rerum natura nusquàm magis quàm in minimis tota est.

(PLINE, *Hist. nat.* XI, 2.)

AVANT-PROPOS.

Parmi les différentes recherches que la physiologie est appelée à faire dans les organes vivants, celles qui ont trait à la découverte de nouveaux phénomènes tiennent sans contredit le premier rang.

Ensuite vient la manière de les interpréter et de les rapporter, soit à des phénomènes physiques ou chimiques, ou bien encore à ceux dits vitaux, lorsque rien ne nous porte à les rattacher à ceux que l'on range dans la classe des phénomènes physico-chimiques.

La physiologie, qui s'appuie essentiellement sur la physique et la chimie, sera toujours sûre de ne jamais rétrograder, surtout si elle fait l'application des données qu'elle obtiendra de cette source, sans idées préconçues et sans vouloir forcer les faits à venir cadrer là où ils ne doivent pas être.

Il est donc très-rationnel de soumettre les membranes de nature

organique et inanimées à l'action des agents physiques et chimiques, comme on le fait du reste pour les corps bruts.

En agissant ainsi, on peut arriver à analyser, d'une manière sûre, des phénomènes primordiaux et élémentaires qui appartiennent aux tissus membraneux, et à rattacher à la physique générale un certain nombre de phénomènes très-différents en apparence, et dont la nature est indéterminée.

Du reste, les phénomènes physico-chimiques que l'on rencontre dans l'organisme sont déjà bien nombreux. Ne constatons-nous pas tous les jours que leur étude devient plus complète? D'autre part, si nous considérons surtout ceux qui ont trait à la vue, à l'ouïe, aux organes digestifs, respiratoires et circulatoires, nous voyons que l'interprétation qu'en donnent la physique et la chimie ne laisse pas que de satisfaire entièrement l'esprit de l'observateur désireux d'expliquer la nature des choses.

Tout prouve donc que c'est sur le terrain de ces deux sciences que les théories physiologiques se fondent le plus solidement.

Cela ne veut pas dire que nous sommes absolu dans l'appréciation des nombreux phénomènes d'ordres si différents que l'on constate chez les êtres vivants. Nous reconnaissons que les molécules organiques ont pendant la vie une activité propre, et paraissent dans beaucoup de cas obéir à des lois qui diffèrent absolument de celles qui régissent les corps inorganiques.

Mais, quoi qu'il en soit, le physiologiste, le physicien et le chimiste, réunissant leurs efforts, savent trouver les lois qui gouvernent les phénomènes de la nature. Tous les jours ils agrandissent le vaste champ de l'expérimentation en se servant, soit de réactifs, soit d'instruments d'une grande précision qui souvent, par leur amplification, suppléent à la faiblesse de nos sens.

Dans le travail dont il s'agit ici, nous avons principalement en vue l'étude de quelques phénomènes physiques mal déterminés, peu connus, qui dans de certaines conditions se manifestent dans les tissus membraneux non vivants provenant de l'organisme animal; phénomènes dont la connaissance peut trouver des applications en physiologie.

Les tissus avec lesquels nous avons fait nos expériences ont

toujours été préalablement lavés et desséchés, et, par conséquent, les propriétés de la matière vivante, pas plus que les humeurs qui les imprégnaient à l'état physiologique, n'ont pu influer en rien sur les résultats de nos expériences, contrairement à ce qui pouvait avoir lieu dans le plus grand nombre des endosmoses de Matteucci et de Cima.

D'après cela, on comprend que nous nous sommes constamment tenu à un point de vue bien différent de celui de Bichat, dans ses études sur les membranes. Il considérait, en effet, surtout leurs propriétés vitales, et regardait les manifestations physiques comme très-secondaires.

Les tissus desséchés, — qu'ils aient la forme de membranes, de fibres, de masses plus ou moins épaisses, ou de réservoirs, — qu'ils soient de nature fibreuse, musculaire, séreuse, élastique, — ou bien qu'il entre dans leur composition des membranes superposées de nature différente ; — ces tissus obéissent tous aux mêmes lois et présentent comme les corps du règne inorganique des phénomènes physiques tels que la porosité, l'imbibition, l'élasticité, l'hygrométricité et l'endosmose.

Mais il en est d'autres de même nature, presque invisibles, moins bien connus, qui ne peuvent être étudiés convenablement qu'à l'aide d'instruments amplifiant considérablement les mouvements en apparence imperceptibles dont ils sont le siége. Nous pouvons citer, par exemple, ceux que l'on voit avec l'hygromètre à cheveu.

Nos observations ont été dirigées en premier lieu sur les propriétés que présentent les membranes non vivantes sous l'influence du froid, de la chaleur, de l'humidité et de la sécheresse.

Des résultats que nous avons obtenus, il nous a été facile de déduire quelques applications relatives à la marche régulière des hygromètres organiques.

En poursuivant plus loin cette étude, nous avons été conduit naturellement à nous occuper du rôle que jouent ces membranes dans l'endosmose. Mais, au lieu d'étudier principalement, comme Dutrochet, Poiseuille, Matteucci, Graham, des courants

qui s'établissent à travers une cloison membraneuse, entre des liquides de densité et de nature différentes, nos études ont surtout porté sur l'endosmose des gaz et des vapeurs.

Ces expériences ne peuvent être conduites d'une manière satisfaisante qu'avec des membranes de différentes espèces animales que nous allons faire connaître, car elles sont indispensables à la production de ce genre d'endosmose.

Nos observations sur ce sujet, encore peu étudié, ont nécessité de nombreuses expériences qu'il a fallu varier de beaucoup de manières.

Il nous a fallu construire nous-même, en passant par une foule de tâtonnements, de nombreux instruments, leur annexer des tubes que nous avons courbés en tous sens à la lampe, et tourner les difficultés qu'occasionnait notre pénurie d'instruments de physique.

D'autre part, si l'on considère que le courant de nos études se porte surtout vers l'anatomie et la physiologie, et d'une manière exceptionnelle vers les sciences purement physiques et chimiques, on comprendra que notre travail laisse à désirer sur bien des points; aussi le considérons-nous comme une simple ébauche, et comptons-nous sur des expérimentateurs plus autorisés pour obtenir, avec les instruments que nous proposons, des résultats nouveaux et bien plus précis que ceux que nous allons exposer.

Nous diviserons notre travail en quatre parties principales : la première aura trait à la construction des instruments nécessaires à ces expériences et au choix des membranes.

La deuxième comprendra l'étude de l'action de certains agents physiques et de quelques autres de nature chimique sur les tissus membraneux.

Dans la troisième, nous traiterons des applications de l'étude précédente à l'hygrométrie.

Enfin, la quatrième partie comprendra l'étude de l'endosmose des gaz et des vapeurs à l'aide d'instruments nouveaux.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Du choix des membranes destinées à l'endosmose des gaz et à déceler les mouvements que leur impriment certains agents physiques et chimiques.

Avant d'entrer en matière, nous demandons tout de suite l'indulgence des lecteurs pour les détails longs et minutieux qui vont suivre; mais ils sont indispensables si l'on veut posséder de bons instruments.

On serait grandement dans l'erreur si l'on supposait que le choix de tel ou tel tissu membraneux est indifférent à la construction de nos instruments.

L'expérience nous a appris que les membranes sont d'autant plus sensibles aux actions qui peuvent les influencer qu'elles sont plus minces. D'autre part, pendant leurs fonctions, elles sont appelées à supporter, comme on le verra bientôt, un poids assez considérable de mercure; il leur faut, par conséquent, une grande résistance.

Minceur et ténacité, telles sont les qualités qui leur sont indispensables pour faciliter les recherches de ce genre.

On peut étudier l'action de l'humidité et de la sécheresse avec des tissus différents. Ainsi on a employé, comme on le sait, tantôt une corde à boyau, d'autres fois une lamelle de baleine, ou bien encore un tuyau de plume pour faire des hygroscopes. Mais tous ces instruments se mettent en mouvement avec une grande lenteur sous l'influence de l'humidité qui ne les pénètre que très-difficilement. Il en est de même pour la sécheresse dont l'action ne se fait sentir sur ces substances qu'au bout d'un certain temps.

Du reste, tous ces instruments hygroscopiques deviennent à la longue de moins en moins impressionnables. Nous tâcherons, plus tard, d'en déterminer la cause et d'y remédier dans de certaines limites.

D'après les observations des physiciens et les nôtres, l'hygromètre de Saussure, abandonné à lui-même pendant un certain temps, bien que ne fournissant pas toujours des données très-exactes, n'en est pas moins précieux, à cause de sa grande rapidité à se mettre en équilibre avec la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère.

Un autre hygroscope, dont on a peu parlé et qui est tombé dans l'oubli, c'est celui de Wilson, composé, comme on le sait, d'une vessie de rat pleine de mercure, au col de laquelle on fixe, avec une ligature, un tube de verre dirigé horizontalement. Par l'action de la sécheresse, le réservoir se contracte et fait avancer le mercure dans le tube. L'humidité produit un mouvement en sens inverse.

Cette petite vessie (pl. III, fig. 9) présente assez bien les qualités nécessaires dont nous avons parlé, c'est-à-dire la résistance et peu d'épaisseur dans les parois. C'est en tenant compte des propriétés qu'a cet instrument de manifester les différents changements de l'état hygrométrique de l'atmosphère que, pour nos expériences, nous en avons construit d'analogues, en leur faisant toutefois subir des modifications en rapport avec le but que nous voulions atteindre.

Nous avons expérimenté bien des tissus, afin de voir ceux qui réunissaient, aux qualités dont nous avons parlé, celle d'être très-sensibles à l'action de l'humidité et de la sécheresse.

Nous avons tour à tour fait des hygroscopes avec différents réservoirs organiques. Nous avons employé la vésicule biliaire de l'agneau et du chevreau, l'artère carotide de l'homme, la sangsue, dont les cloisons intestinales avaient été détruites préalablement avec précaution (pl. III, fig. 10).

Nous nous sommes servi aussi du sac pulmonaire de la grenouille; mais cet organe, le plus mince de ceux que nous connaissons, bien que très-hygrométrique, laisse beaucoup à désirer par son peu de ténacité. En effet, il se déchire avec la plus grande facilité sous le poids du mercure.

Après de nombreuses recherches anatomiques, nous avons enfin trouvé un réservoir réunissant toutes les qualités voulues pour

faire nos expériences dans de très-bonnes conditions : c'est la tunique fibreuse de l'estomac de la grenouille (pl. III, fig. 4, 5 et 6).

En étudiant la circulation du sang dans les parois de l'estomac de cet animal (1), et en disséquant cet organe, nous avons reconnu que la tunique fibreuse qui double la muqueuse offrait une grande résistance et peu d'épaisseur. Nous sommes parvenu à la séparer des autres tuniques, en suivant un procédé opératoire que nous allons bientôt décrire, et à l'aide duquel on obtient un réservoir fibreux qui ne laisse rien à désirer.

Pour étudier les propriétés physiques des membranes, il faut avoir toujours à sa disposition un certain nombre de ces réservoirs de différentes grandeurs, afin d'être à même de remplacer ceux qui se rompent ou qui ont subi des altérations.

On prend des grenouilles de grosseurs diverses, on enlève toute la partie du canal digestif, à partir du commencement de l'œsophage jusque vers la fin du duodénum ; autrement dit, on coupe l'intestin grêle à un centimètre de l'estomac (pl. III, fig. 1, 2, 3).

Cela fait, on retourne en même temps l'estomac et l'œsophage comme un doigt de gant, de manière que la muqueuse regarde extérieurement. Pour cela, on introduit une pince à dissection dans l'estomac jusqu'à la région pylorique, puis on saisit doucement la muqueuse qu'on attire en dehors, et il en résulte que la face interne de cet organe devient externe, et que la face externe ou séreuse regarde en dedans. A ce moment, il suffit de presser entre deux doigts la région pylorique de l'estomac, pour que la petite portion duodénale de l'intestin grêle soit aussi retournée.

Après ce premier temps de l'opération, on passe au deuxième : il faut faire macérer dans de l'eau toute cette portion du canal digestif pendant cinq ou six heures. Alors on trouve la portion glanduleuse de la muqueuse gastrique fortement ramollie, transformée en une espèce de mucus formant une couche assez épaisse.

(1) Thèse inaugurale, *Recherches microscopiques sur la circulation du sang et le système vasculaire sanguin dans le canal digestif, le foie et les reins*. 1849, par Ch. Boulland

On place alors l'estomac dans une assiette contenant un peu d'eau, et, en le raclant avec une spatule, on enlève facilement tout le mucus. C'est alors qu'on peut voir dans toute son étendue la face interne de la membrane fibreuse de l'estomac.

Chez la grenouille, cette tunique est bien plus distincte et plus indépendante des couches glanduleuse et musculeuse que dans les autres espèces animales, et surtout dans celles d'un ordre supérieur.

Nous avons disséqué à ce point de vue l'estomac d'autres reptiles et de certains poissons, mais sans résultats satisfaisants.

Après ce deuxième temps, on passe immédiatement au troisième : il faut alors saisir avec des pinces le duodénum, le rabattre sur la portion pylorique, et c'est sur cette petite anse intestinale et sur le pylore en même temps qu'on applique un fil de soie ciré que l'on serre fortement. On remet ensuite l'estomac dans sa position naturelle en le retournant avec la pince. La ligature se trouve ainsi placée intérieurement et ne permet pas au mercure de s'échapper (pl. III, fig. 4, 5 et 6).

Dans cet état de choses, on peut immédiatement après séparer la membrane fibreuse des autres tuniques qui la recouvrent.

Mais il est préférable, pour rendre cette séparation plus facile, de laisser macérer l'estomac dans de l'éther sulfurique pendant une ou deux semaines, ou même pendant plusieurs mois de suite, et de n'isoler la membrane fibreuse qu'à mesure qu'on en a besoin. Cet estomac fibreux, insufflé d'air et desséché, peut se conserver ainsi fort longtemps (pl. III, fig. 4).

Quoi qu'il en soit, il est de fait que, sous l'influence de l'éther sulfurique, on parvient à séparer très-facilement la tunique fibreuse de la musculeuse, séparation bien plus difficile si l'on agit sur un estomac frais.

Pour faire cette préparation, on distend l'estomac avec de l'air; puis on tient l'œsophage fortement comprimé entre les doigts. A ce moment, on sent que l'estomac se gonfle de plus en plus, et cela sous l'influence de l'éther qui, imbibant les parois de la membrane, pénètre dans l'estomac et donne lieu par sa vapeur à une tension qui vient augmenter celle déjà produite par l'air confiné.

C'est alors le moment favorable pour enlever à la fois les tuniques séreuse et musculeuse qui, très-adhérentes ensemble, ne forment, pour ainsi dire, qu'une seule et même membrane.

Pour cela, à l'aide d'une pince à dissection, on saisit ces deux tuniques, on en elève, au niveau de la partie moyenne de l'estomac, un petit lambeau sous forme de zone, et, avec l'ongle, on parvient à séparer la couche séro-musculeuse de la tunique fibreuse sous-jacente; on agit ensuite de la même manière sur l'œsophage.

Par ce procédé, on arrive à avoir toute la portion fibreuse de l'estomac et de l'œsophage. Distendue par de l'air, elle prend la forme d'une espèce de petit sac ovoïde, d'un aspect blanc, et dont la transparence est telle qu'elle permet de voir, avec tout son éclat, le mercure qu'on y introduit.

Ces sacs fibreux peuvent être conservés très-longtemps dans l'éther qui les rend imputrescibles (pl. III, fig. 4. 5, 6).

Les vésicules biliaires du chevreau et de l'agneau doivent être conservés de la même manière; elles peuvent remplacer jusqu'à un certain point l'estomac de la grenouille. Leur préparation est des plus faciles : il s'agit seulement d'évacuer la bile, de laver leur cavité et de les mettre dans l'éther. Le corps d'une sangsue vide de sang peut être conservé de la même manière (pl. III, fig. 10).

CHAPITRE II

Construction de l'hygromètre gastrique, du synelcomètre et de l'élastomètre.

Les différents instruments dont nous nous sommes servi pour faire nos expériences sont tous munis d'un réservoir membraneux qui ressemble assez à celui de l'hygromètre de Wilson.

De ces réservoirs, les uns sont remplis en totalité de mercure; les autres, destinés à l'endosmose des gaz, contiennent du mercure et de l'air atmosphérique ou tout autre gaz. J'ai donné aux instruments faits avec ces derniers le nom d'osmopneumètre.

A chacun de ces réservoirs est adapté un tube de verre qui

s'élève plus ou moins haut dans une direction toujours verticale, cette partie est la tige de l'instrument (pl. IV, fig. 2, *t*.).

A partir de l'extrémité supérieure de la tige, le tube est courbé de différentes manières : il est dirigé obliquement ou horizontalement et décrit des courbures qui lui donnent la forme de spirale (pl. III, fig. 11, *e*), ou de volute (pl. V. fig. 1, 2, *tu*). D'autres fois il décrit des lignes parallèles les unes aux autres (pl. IV, fig. 2).

Toutes ces directions s'éloignant de la verticale ont pour but de restreindre l'étendue de cette partie de l'instrument et surtout d'en diminuer la hauteur, afin que la pression soit maintenue dans des limites convenables ; de cette manière on évite en partie les conséquences de cette loi physique qui dit que : La pression est indépendante du vase, mais qu'elle dépend seulement de la hauteur de celui-ci au-dessus du fond.

Notre réservoir et notre tige peuvent être, en effet, considérés comme un seul tout, dont on doit limiter la hauteur pour éviter la rupture de la membrane.

C'est sur la partie du tube de verre qui fait suite à la tige que nous traçons les échelles graduées qui nous permettent de mesurer les différents mouvements du mercure indiquant la marche de l'expérience.

Nous appelons hygromètre gastrique l'instrument destiné plus particulièrement à manifester l'état hygrométrique de l'air ; synelcomètre (de συνέλκειν, resserrer, et μετρον, mesure), celui qui mesure toute espèce de contraction, et élastomètre (de ἐλαυνειν, pousser et μετρον, mesure), celui qui permet de mesurer l'élasticité des tissus à différents points d'humidité.

Les degrés de notre hygromètre gastrique indiquent directement la quantité d'humidité relative de l'air, et n'ont pas besoin de table de correction comme celle que Gay-Lussac a faite pour l'hygromètre de Saussure.

Notre hygromètre, outre sa grande impressionnabilité, amplifie dans une grande étendue les mouvements invisibles du réservoir. La longueur de son échelle peut, si l'on veut, atteindre près de 2mètres.

Cet instrument permet, en outre, de constater les mouvements

rapides et éphémères que le froid et la chaleur exercent sur sa membrane.

Comme nous le verrons bientôt, ces mouvements ont bien pour siége la membrane du réservoir, et n'ont aucun rapport avec la dilatation du mercure, comme cela se constate dans les thermomètres qui sont sous l'influence de la chaleur; du reste, nous tiendrons compte de la dilatabilité de ce métal.

Construction de l'hygromètre à réservoir organique.

Quand on possède des réservoirs membraneux convenables, il faut préparer les tubes de verre qui doivent leur être annexés et les choisir, autant que possible, également calibrés dans toute leur étendue.

L'ouverture de chaque extrémité du tube sera évasée comme un petit entonnoir (pl. V, fig, 1, *e*) ; cette disposition, à l'extrémité inférieure, ne peut que faciliter le passage du mercure du réservoir dans le tube. A l'autre extrémité, cet évasement permettra d'introduire sans difficulté ce métal quand on chargera l'instrument.

Nos tubes ont une épaisseur de 5 à 7 millimètres. Le diamètre intérieur doit être de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ millimètre, pour les hygromètres et les élastomètres; et de $\frac{3}{4}$ de millimètre à 1 millimètre pour les osmopneumètres.

Il est nécessaire de rendre opaque une face du tube dans toute sa longueur, comme on le fait pour tous les thermomètres. Pour cela, nous nous servons de la couleur à l'huile blanc d'argent.

Cette précaution permettra de lire très-facilement les données de l'instrument et de constater les moindres mouvements du mercure.

Le tube étant ainsi préparé, on fait glisser un petit manchon de caoutchouc sur la partie inférieure de la tige (pl. V, fig. 1, *m*), ce petit tube de caoutchouc doit avoir 2 centimètres de longueur, il servira d'intermédiaire entre le réservoir et le verre, et la ligature appliquée à ce niveau sera ainsi très-solide.

Quand on fait un hygromètre, on doit ordinairement se servir d'un petit réservoir. S'il s'agit d'un osmopneumètre (1), il en faudra un beaucoup plus spacieux.

(1) Instrument destiné à l'endosmose des gaz et des vapeurs.

On devra calculer approximativement la capacité qu'ils doivent avoir avant de les adapter définitivement au tube.

On s'assure de leur contenance en les remplissant de mercure dont la quantité, pour un hygromètre ordinaire, varie de 10 à 25 grammes. De cette manière on se rend compte assez facilement de la hauteur à laquelle on devra placer la ligature sur le réservoir.

Les estomacs spacieux, provenant de grosses grenouilles, sont plus résistants que ceux qui sont plus petits ; pour cette raison, on devra préférer les premiers, sauf à en retrancher les parties superflues.

La vessie de rat est un réservoir qui, ordinairement, n'est pas assez grand ; elle a une forme entièrement sphérique qui ne permet pas de l'adapter facilement au tube de verre ; et les parois, en outre, ont relativement plus d'épaisseur que n'en a la fibreuse de l'estomac. Celle-ci, au contraire, est ellipsoïde ou un peu ovoïde, et cette forme allongée permet de poser la ligature sans difficulté et sans plisser la membrane.

La tige de verre de l'hygromètre, c'est-à-dire la portion qui est verticale, doit avoir à peu près de 35 à 40 millimètres de longueur ; celle du synelcomètre de 25 à 30, et celle de l'osmopneumètre 7 centimètres.

Indiquons maintenant comment on adapte le tube au réservoir et de quelle manière il faut charger l'instrument de mercure.

On doit mouiller la membrane, puis on introduit l'extrémité inférieure de la tige dans sa cavité à une profondeur approximative de 5 millimètres ; ensuite on prend un fil de soie ciré avec lequel on fait trois ou quatre circulaires.

A ce moment on s'assure, en gonflant le réservoir avec de l'air insufflé par l'extrémité libre du tube, si la quantité que l'on conserve de l'estomac est trop grande ou trop petite, et dans l'un ou l'autre cas on doit y remédier immédiatement. Alors on applique définitivement la ligature en faisant cinq ou six circulaires fortement serrés sur la membrane et sur le petit manchon de caoutchouc. Ce mode de ligature empêche absolument le mercure de s'échapper entre la tige et la membrane.

Nous arrivons maintenant au moment de l'introduction du mercure dans l'instrument (pl. V, fig. 2).

On devra se munir d'un petit entonnoir. Une petite seringue de verre dont on a retiré le piston convient parfaitement.

Avant de s'en servir, on adaptera, à l'aide d'un fil, à l'extrémité supérieure du tube de verre, un petit manchon de caoutchouc de 5 centimètres de longueur; il faudra le faire glisser sur le tube de verre dans une étendue d'un centimètre seulement; le reste dépassera l'extrémité de la partie évasée et sera libre.

C'est dans ce tube d'ajutage de caoutchouc qu'on introduira le bec de la petite seringue (pl. V, fig. 2, *ta*).

Pour charger l'instrument, il faut tenir obliquement le petit entonnoir ainsi que l'hygromètre, afin que le mercure qu'on y introduira n'arrive pas trop brusquement dans le réservoir (pl. V, fig. 2)

Celui-ci, vide d'air, sera soutenu doucement avec la main gauche, et la main droite tiendra intimement fixé le bec de l'entonnoir dans le tube de caoutchouc.

On voit alors le mercure arriver promptement dans le réservoir et chasser devant lui l'air contenu dans le tube.

Quand l'estomac est distendu modérément, on suspend l'opération, sans quoi, sous l'influence d'une plus grande injection, il se romprait. Il faut alors en expulser l'air du tube qui y a été refoulé.

Pour arriver à ce résultat, il suffit de laisser les choses à peu près en place, sauf qu'il convient cependant d'incliner l'instrument dans une direction presque horizontale, et de presser un peu le réservoir. On verra alors arriver successivement dans le petit entonnoir le mercure du tube, l'air contenu dans la membrane et, en dernier lieu, une partie du mercure du réservoir.

L'air étant ainsi expulsé, on redonne à l'instrument sa première position oblique, et l'on voit de nouveau le mercure se rendre dans l'estomac.

Pour charger convenablement cet instrument, il faut que le mercure emplisse le réservoir, la tige et la partie du tube qui lui fait suite dans une étendue approximative de 2 centimètres.

C'est au niveau de ce point qu'on place le n° 100 de l'échelle.

Graduation de l'hygromètre.

Les échelles graduées sont différentes suivant que l'on destine ces instruments ou à l'étude des mouvements contractiles des membranes, ou à l'endosmose.

On peut tracer l'échelle de cet hygromètre en se servant de celui à cheveu, quand on a bien vérifié l'exactitude de ses donnés. On peut aussi recourir à l'hygromètre condenseur de Regnaut, ainsi qu'aux liqueurs sulfuriques titrées de cet illustre physicien.

Nous avons préféré rechercher la plupart des degrés d'humidité en nous servant de l'hygromètre condenseur.

Grâce à cet excellent instrument, nous avons pu, en profitant des différents états d'humidité de l'atmosphère, tracer sur notre tube, de cinq en cinq degrés, une grande partie de notre échelle hygrométrique, c'est-à-dire tous les degrés compris entre 100^H (air saturé d'humidité) et 25^H.

L'atmosphère, en France, permet rarement de constater plus de sécheresse.

Nous avons obtenu le 0^H (sécheresse extrême) de la manière suivante :

Nous faisons passer la tige de l'instrument au travers d'un bouchon de caoutchouc qui sert à bien boucher un flacon au fond duquel on a mis une couche d'un centimètre d'acide sulfurique pur. Le réservoir placé dans l'air confiné de ce flacon se trouvera dans un milieu privé entièrement d'humidité.

Au bout de deux ou trois jours le mercure reste stationnaire, et c'est à ce niveau qu'on doit marquer 0^H.

La graduation de 100^H à 25^H suffit ordinairement, comme nous l'avons dit, pour reconnaître l'humidité de notre climat.

Mais si l'on veut obtenir la graduation jusqu'à 0^H, on devra mettre l'instrument sous une cloche en verre avec l'hygromètre à cheveu et l'on y placera, en outre, un vase contenant un mélange d'eau et d'acide sulfurique. On renouvellera cette opération tous les deux ou trois jours en employant des mélanges de plus en plus forts.

L'hygromètre de Saussure permettra alors de calculer l'état de

sécheresse de cet air confiné, et, de la sorte, on obtiendra des degrés de sécheresse impossibles à obtenir avec l'air libre de l'atmosphère.

Construction et graduation du synelcomètre (de συνέλκειν, resserrer, et μετρεῖν, mesurer).

L'instrument auquel nous avons donné le nom de synelcomètre ne diffère que par quelques légères modifications de l'hygromètre. Sa tige est très-courte, de 25 à 30 millimètres environ. L'échelle parcourue par le mercure reste toujours dirigée horizontalement et présente ordinairement des contours qui sont ceux de la volute ou d'une forme approchante (pl. VI, fig. 2, 3.)

Cette échelle est, comme celle de l'hygromètre à cheveu, divisée en degrés de longueurs égales, tracés sur le tube à partir de l'extrémité supérieure de la tige. Chaque division a été marquée d'avance et contient exactement un gramme de mercure.

Nous devons dire par anticipation que nous avons employé la même graduation pour l'osmopneumètre.

On peut aussi tracer sur le tube du synelcomètre des divisions hygrométriques en se servant des mêmes procédés que nous avons indiqués pour notre hygromètre.

Le synelcomètre pourra ainsi, au besoin, fournir des données de deux espèces : l'humidité de l'air et le degré de contraction du réservoir.

Avec cet instrument, dans le sac fibreux duquel nous mettons 30 grammes de mercure, plus la quantité qu'il faut pour que ce métal aille du réservoir à la première division, on peut mesurer les contractions qui ont lieu sous l'influence de la sécheresse, des liquides acides ou d'autres agents qui excitent la contractilité des membranes.

Après tous les détails dans lesquels nous venons d'entrer nous n'aurons que peu de chose à dire sur la construction de l'osmopneumètre, quand nous arriverons à l'étude de l'endosmose des gaz et des vapeurs.

De l'élastomètre (de ἐλαύνειν, pousser, et μετρεῖν, mesurer).

Nous avons donné ce nom à un hygromètre sur l'échelle duquel

sont marqués les différents degrés de l'humidité de l'air, mais dont le tube présente des particularités qui en font un instrument spécial pour indiquer en même temps l'élasticité des tissus à tous les degrés d'humidité.

La disposition particulière de ce tube fait éprouver à la membrane du réservoir des pressions qui varient à chaque instant, soit par leur intensité croissante, soit par leur diminution de plus en plus faible, soit par leur régularité.

Si l'on consulte la figure 3 de la planche IV, on se rendra compte facilement de ces variations nombreuses. On verra, en effet, que, dans toute son étendue, le tube a des directions tantôt verticales, tantôt horizontales et qu'il forme dans son ensemble une espèce de volute au centre de laquelle commence l'échelle de l'instrument.

En suivant la marche du mercure dans le tube, on le voit circuler dans les branches latérales droites et gauches en s'éloignant et en se rapprochant du réservoir. Mais dans les branches horizontales, le mercure se trouve tour à tour plus ou moins éloigné de la membrane.

Il nous a donc suffi de nous servir de l'hygromètre et de modifier d'une certaine manière la direction des branches formées par le tube, pour obtenir un instrument précieux au point de vue des renseignements qu'il donne sur les modifications qu'éprouve l'élasticité des membranes sous l'influence de la sécheresse et de l'humidité.

DEUXIÈME PARTIE

DE QUELQUES PROPRIÉTÉS DES MEMBRANES ET DE L'ACTION QU'EXERCENT SUR ELLES QUELQUES AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

D'après tout ce que nous avons dit jusqu'à présent on comprend que l'élément d'activité de nos instruments réside dans les membranes.

L'hygromètre et le synelcomètre ont, chacun, comme le thermomètre et le baromètre, un réservoir.

La manière dont ils agissent est bien différente. Dans ces der-

niers instruments, la cavité de réception est inerte, et le mercure seul en est la partie active.

Au contraire, les membranes de nos réservoirs forment la partie essentielle et agissante de nos petits appareils. Les tissus qui entrent dans la composition servent à déceler des mouvements très-intimes, c'est-à-dire les activités propres dont le siége, comme on le sait, se trouve dans les molécules constituantes de la trame organique.

L'étude des phénomènes physiques manifestés par les membranes est d'une grande importance.

On n'a qu'à passer en revue les travaux des physiologistes qui ont été ou qui sont à la tête de la science : tels que les Dutrochet, Magendie, Graham, Matteucci, et, de nos jours, MM. Claude Bernard, Ch. Robin, Béclard, Marey, etc., etc., et l'on verra combien ils tiennent compte des phénomènes physico-chimiques que l'on rencontre dans les êtres vivants.

L'ordre que nous allons suivre dans la description des propriétés physiques des membranes est le suivant : 1° l'imbibition; 2° la porosité; 3° l'élasticité.

Immédiatement après, nous nous occuperons des effets que produisent sur ces tissus les différents états de l'atmosphère, tels que : l'humidité de l'air, la sécheresse, le froid et la chaleur.

En dernier lieu, nous dirons quelques mots sur la manière dont ces membranes réagissent sous l'influence de quelques agents chimiques.

CHAPITRE PREMIER

De l'imbibition.

L'affinité de l'eau pour les tissus est ordinairement en rapport direct avec leur degré de dessiccation.

Mais la capacité des tissus pour l'eau est loin d'être la même, si l'on compare ce qui se passe pendant la vie et après la mort.

Dans le premier cas, les tissus ont la faculté d'absorber l'eau dans une grande proportion; quand ils ont cessé de vivre et qu'ils ont été desséchés, l'eau ne peut les imprégner qu'à un degré bien plus faible.

Citons un exemple : Nous avons pris une sangsue vivante, et après avoir vidé la cavité abdominale du sang qui y était contenu, elle pesait 5 grammes.

Après la mort, nous l'avons desséchée à un haut degré; elle ne pesait plus qu'un gramme.

Nous l'avons fait alors macérer dans de l'eau pendant vingt-quatre heures. Sous cette influence, elle reprit sa couleur et presque le volume qu'elle avait pendant la vie. Dans cet état, elle ne pesait plus que 1g,90.

On voit donc que, dans cette expérience, les tissus perdirent un peu plus de 3 grammes d'eau sur 5.

L'eau constituante des tissus donne en grande partie aux organes le volume qu'ils ont, et bien que ce fait ne demande pas de démonstration rigoureuse et qu'il soit connu de tout le monde, nous avons pourtant voulu voir jusqu'à quel point pouvait aller la diminution de volume par la soustraction de l'eau.

Pour cela, nous avons pris la cornée d'un veau, et après l'avoir bien distendue avec des épingles sur une plaque de liége, nous l'avons desséchée. Sous cette influence, elle perdit environ les 9/10 de son épaisseur, et, chose bien remarquable, elle conserva dans cet état une transparence égale à celle du verre le plus pur.

Tous les tissus ne s'imbibent pas également d'une même quantité d'eau. Les tendons desséchés en sont très-avides, et le tissu jaune élastique beaucoup moins que les membranes cellulo-fibreuses.

L'affinité de l'eau pour les tissus organiques et sa tendance à rester, pour ainsi dire, combinée avec eux (1), est très-remarquable.

L'observation n'a-t-elle pas démontré qu'en faisant filtrer certaines solutions salines au travers d'une membrane préalablement imbibée d'eau distillée, le liquide filtré était de nature saline, et qu'après l'expérience l'eau qui imbibait la membrane avait conservé presque entièrement ses caractères d'eau distillée?

En se servant d'un hygromètre à réservoir membraneux, —

(1) Dict. de E. Littré et Ch. Robin, 1873, *Endosmotique*, p. 521.

peu importe la membrane à laquelle on a affaire, — on peut démontrer d'une manière irréfragable cette grande affinité de l'eau pour les tissus et la tendance qu'a ce liquide à s'isoler et à ne pas se mélanger avec d'autres liquides hétérogènes.

Prenons un hygromètre marquant approximativement 50^{H} (1), et baignons son réservoir dans de l'éther sulfurique, le mercure ne restera pas tout à fait sans mouvement, il gagnera quelques degrés d'humidité de plus et pourra marquer 60 ou 65 degrés sous l'influence de l'eau que contient toujours l'éther sulfurique quand il est imparfaitement rectifié, et tel qu'était celui dont nous avons fait usage. L'hygromètre restera alors stationnaire ; il aura pris à l'éther toute l'humidité que la membrane avait le pouvoir d'absorber, et les choses en resteront là.

Mais si nous répétons cette expérience en immergeant préalablement la membrane dans l'eau, elle s'en saturera nécessairement. Dans cet état d'humidité absolue, si nous la replaçons dans le même éther sulfurique, on verra la membrane céder un peu d'eau à ce liquide et rester stationnaire à 90^{H} ou 92^{H}. On constatera donc une différence de plus de 25 degrés entre les données des deux expériences.

On est bien en droit de conclure de ces résultats qu'une membrane plongée dans un liquide non aqueux peut présenter divers degrés hygrométriques, et que, en définitive, elle aura toujours une grande tendance à retenir l'eau dont elle est imprégnée.

C'est de là que provient cette grande différence d'humidité que nous venons de signaler, la membrane étant cependant placée dans le même milieu.

D'après cet exposé, on voit que le pouvoir hygrométrique d'une membrane dans de l'éther sulfurique, qui n'est pas absolument bien rectifié, équivaut à peu près à 97^{H}.

Cette observation montre encore que pendant la vie, bien que le plasma du sang semble devoir imbiber également tous les tissus, ces derniers peuvent cependant retenir dans leur trame une plus ou moins grande quantité d'eau ou de liquides de différente nature. Cela dépend sans doute de l'affinité, à des degrés diffé-

(1) La lettre H indique des degrés hygrométriques.

rents, qu'ont nos éléments anatomiques pour les liquides de l'économie.

L'eau a tellement de tendance à pénétrer les matières organiques desséchées, que l'imbibition d'une membrane par un liquide d'une nature essentiellement différente n'empêche pas l'hydratation de se faire au maximum, et même quand le liquide sur lequel on opère n'est pas miscible avec l'eau.

Prenons un hygromètre indiquant peu d'humidité, soit 40 degrés; imbibons le réservoir d'huile, la membrane ne subira aucune modification, au point de vue hygrométrique, car le mercure restera toujours à 40 degrés. Baignons ensuite le réservoir dans de l'eau, et nous verrons, au bout d'une demi-heure environ, l'instrument arriver à 100 degrés, et, par conséquent, indiquer que l'huile n'a pu s'opposer à l'imbibition complète de la membrane.

L'eau, par son affinité pour les membranes, semble l'emporter sur tous les autres liquides; et, comme nous le verrons plus tard, elle joue, en outre, un rôle très-important dans les phénomènes de contractilité des tissus non vivants.

Extensibilité, rétractilité, ténacité, filtration et élasticité.

L'eau, en pénétrant les tissus, les rend extensibles quand ils sont soumis à une traction convenable. Abandonnés à eux-mêmes et imbibés d'eau, ils tendent à gagner en volume, en épaisseur, le peu qu'ils perdent en longueur, si toutefois ils ne sont soumis à aucune traction, ou si celle qu'on exerce sur eux est très-faible, par rapport à leur résistance.

Nous avons construit un grand instrument tout à fait semblable à l'hygromètre de Saussure, et nous nous sommes servi de l'aiguille du baromètre à cadran pour apprécier ses indications.

Tour à tour nous avons fait agir des tissus de différente nature, ayant la forme de bandelettes longues et étroites. Nous nous sommes servi d'un crin de cheval, de peau d'anguille, d'un cordeau, de drap, de taffetas et de toile.

Ces bandelettes, ces liens à l'état sec, disposés comme le che-

veu, ont été ensuite imbibés complétement d'eau. Voilà ce que nous avons toujours constaté sous l'influence d'une traction produite par un poids de 50 grammes.

Le crin et la peau d'anguille se sont allongés notablement, tandis que les autres tissus provenant de l'industrie humaine, fabriqués avec des fils disposés en sautoir ou en spirale, nous ont donné des résultats contraires : ces derniers se sont raccourcis notablement.

Le poids qui les tendait n'avait pu vaincre le gonflement de chaque fibre imbibée d'eau, et notons, en outre, que la traction sur des fils perpendiculaires entre eux, ou à direction en spirale, s'exerçait dans de mauvaises conditions.

Un lien ou une corde, enroulés autour d'un objet quelconque, déterminent une constriction des plus prononcées, si ces tissus viennent à être imbibés d'eau.

Il est facile de le prouver.

On prend un tube de caoutchouc de 5 millimètres de diamètre, long de 6 centimètres. On lie son extrémité inférieure. A l'extrémité supérieure, on adapte un petit tube de verre auquel on donne une direction verticale. Puis, à partir de l'extrémité inférieure, on enroule autour du caoutchouc, comme une spirale, une très-petite corde qui vient se fixer à l'extrémité inférieure du tube de verre. En dernier lieu, on remplit cet instrument de mercure.

Si l'on plonge dans de l'eau, pendant quelques minutes environ, ce petit instrument, les fils de la corde se gonfleront, et comme elles ne sont sollicitées par aucune traction, elles comprimeront le petit cylindre de caoutchouc, et le mercure sera poussé dans le tube de verre à une certaine hauteur.

C'est cette propriété physique des tissus qui, il n'y a pas beaucoup d'années encore, dans une de nos dernières guerres de l'extrême-Orient, fut mise cruellement à profit à l'égard de quelques-uns de nos prisonniers, dont les poignets étaient étreints avec des cordes que l'on mouillait souvent pour en augmenter la constriction.

La ténacité que présentent les tissus mérite de nous arrêter un

instant. Quoi de plus variable que leur résistance? Depuis le tissu osseux jusqu'à certaines humeurs de l'œil, que de variétés!

La nature a su proportionner cette résistance des tissus de bien des manières : Tenant compte de leurs fonctions, elle a donné aux uns la dureté de la pierre, à d'autres une solidité moins apparente et qui offre cependant une résistance qui ne cède en rien aux liens les mieux faits que produit l'industrie. Les deux tendons d'Achille d'un bœuf supportent bien tout le poids du corps de l'animal sans se rompre. Nous donnerons bientôt un autre exemple de résistance non moins étonnant.

Quant aux tissus presque mous, on sait quelle est leur grande friabilité; aussi, voit-on combien la nature a pris de précautions pour les protéger. La boîte crânienne est là pour l'encéphale, les côtes pour le cœur et les poumons, et les parois abdominales pour les organes moins friables. L'œil, outre sa situation dans une cavité osseuse, est muni d'une enveloppe fibreuse très-résistante.

Mais toutes ces considérations sur la ténacité, plutôt de nature spéculative, méritent une démonstration plus en rapport avec l'esprit qui dirige notre travail.

Il faut conséquemment recourir encore à des moyens physiques pour bien calculer la résistance des membranes et connaître si, lorsqu'elles sont imbibées de plus ou moins d'eau, leur ténacité augmente ou diminue.

Dans les nombreuses expériences que nous avons faites pour la construction de nos instruments, nous avons soumis des réservoirs membraneux de différentes espèces animales à des pressions mercurielles très-différentes par leur intensité.

Par conséquent, les observations ne nous manquent pas, et nous allons en citer bientôt quelques-unes.

Peu importe qu'on ait affaire à telle ou telle espèce de membrane. Toujours est-il qu'il faut, autant que possible, choisir pour chaque expérience, soit deux sangsues, soit deux vésicules biliaires, soit encore deux estomacs, d'égale grandeur, de même capacité et de même épaisseur, pour que, les conditions étant les mêmes, ces expériences soient bien comparables. Ensuite, on adapte à ces réservoirs un tube de verre dirigé verticalement.

On mouille la membrane d'un de ces deux instruments, et l'autre est desséchée le plus possible.

Dans ces conditions, on les charge progressivement avec du mercure, et on voit à quelle hauteur la colonne doit arriver pour déterminer la rupture des membranes.

Nos hygromètres gastriques, imbibés d'eau, se rompent ordinairement sous le poids d'une colonne mercurielle de 10 à 12 centimètres; les réservoirs mouillés sont loin de supporter une pression aussi élevée que celle qu'on observe lorsque le réservoir est notablement sec. Dans ce dernier cas, la résistance est sensiblement plus grande; mais, par contre, nous devons dire que les tissus desséchés ont perdu en grande partie leur élasticité, qu'ils deviennent très-friables et se rompent facilement sous l'influence d'un petit ébranlement subit ou du moindre choc.

Dans ces expériences, nous pensons qu'on doit aussi tenir compte du diamètre intérieur du tube; car, toutes choses étant égales d'ailleurs, avec des tubes d'un calibre très-étroit, comme ceux de 1/2 millimètre ou 1/3 de millimètre, le mercure semble avoir une force de pression moindre qu'avec des tubes dont le diamètre intérieur aurait 2 ou 3 millimètres; ce qui serait en opposition avec la loi physique, savoir : que la pression est indépendante de la forme du vase.

Cette différence pourrait s'expliquer jusqu'à un certain point par l'adhésion plus grande qui semble exister dans les petits tubes entre le verre et le mercure.

Dans quelques-unes de nos expériences, en agissant avec des réservoirs très-desséchés, nous avons vu, sous l'influence d'une forte charge, le mercure filtrer au travers des ouvertures invisibles de la membrane. Cette complication, qui arrive quelquefois, vient complétement entraver l'expérience, car la colonne mercurielle ne peut atteindre la hauteur qu'on désire. Les tissus de la sangsue offrent une résistance extraordinaire, comme on va le voir :

Nous en avons pris une qui avait préalablement été desséchée; après l'avoir ensuite imbibée d'eau, nous lui avons adapté un tube de 2 mètres. Sa rupture n'eut lieu que sous le poids d'une colonne de mercure de $1^{m},80$.

Une autre sangsue du même volume que la précédente ne put céder sous le poids d'une pression mercurielle de 2 mètres.

Les membranes imbibées d'eau ou desséchées ne se rompent pas de la même manière; humides, la déchirure se fait largement suivant la direction d'une seule ligne; desséchées, la solution de continuité a une forme radiée, étoilée, semblable aux fêlures d'une vitre qui se brise sous l'action d'un petit corps dur.

En résumé, l'extensibilité et le défaut de résistance se rencontrent dans les membranes humides; d'autre part, la ténacité coïncide avec un certain degré de sécheresse.

D'après ce que nous avons dit déjà sur les membranes desséchées ou humides soumises à une forte pression, on a vu que nous avons surtout constaté le passage du mercure, sous forme de petites gouttelettes, à travers des ouvertures invisibles à l'œil nu et provenant, sans doute, de la distension exagérée du réservoir membraneux, consécutive à une forte pression et à un degré marqué de sécheresse, tandis que ce passage au travers de la membrane n'avait pas lieu lorsqu'elle n'était pas imbibée d'humidité.

Filtre gastrique.

Arrivons maintenant à des filtrations bien plus importantes.

L'eau et les parties liquides des humeurs physiologiques et des produits pathologiques passent assez facilement au travers des membranes excessivement fines (1) sans qu'on ait besoin, comme le démontre M. Ch. Robin, de faire intervenir les pores imaginaires admis encore par certains physiciens.

Pour l'accomplissement de ce phénomène (2) le liquide imbibe la membrane molécule à molécule, se combine pour ainsi dire avec les éléments anatomiques du tissu, et quand ils sont sursaturés, la pesanteur intervenant, le liquide s'échappe du côté opposé.

Nous avons mis à profit cette propriété que quelques membranes

(1) Dict. de Littré et Ch. Robin, PORE, p. 1241.

(2) *Loc. cit.*, HYGROMÉTRICITÉ, p. 762.

possèdent à un haut degré pour séparer les parties liquides de nos humeurs des parties solides qui s'y trouvent si abondamment suspendues.

Pour construire un bon filtre, il faut annexer à la partie œsophagienne de notre réservoir gastrique un petit tube de verre d'un diamètre de 10 à 15 millimètres et long de 3 centimètres. Il est nécessaire que son bord supérieur soit un peu étalé, comme cela a lieu pour l'orifice de tous les flacons.

Ce tube ainsi disposé fait l'office d'un petit entonnoir et permet au filtre d'être bien fixé sur le support (pl. IV, fig. 1).

En suivant ces indications, on obtient un petit appareil à filtration qui permet de séparer complétement les cellules, les globules, les granulations même les plus fines du liquide où ils sont suspendus.

Nous allons faire connaître bientôt les résultats de quelques-unes de nos expériences.

Quand on veut faire ces filtrations, on place le réservoir sur un petit support, et le tout est mis sous une cloche dont la base repose sur une assiette qui contient de l'eau (pl. IV, fig. 1).

L'opération s'effectue ainsi dans de l'air saturé d'humidité, condition bien indispensable quand on opère sur une petite quantité de liquide. Par cette précaution, on évite l'évaporation du liquide en voie de filtration.

Il faut, pour chaque opération, employer un estomac fibreux qui n'a pas encore servi.

Bien que la vésicule biliaire d'un jeune agneau puisse être employée dans quelques cas, nous préférons la fibreuse gastrique de l'estomac de la grenouille, et nous lui reconnaissons une grande supériorité sur tous les autres réservoirs.

Nous nous en sommes, par conséquent, servi pour faire presque toutes nos filtrations. Ajoutons que nous avons examiné les liquides qui ont traversé la membrane au moyen d'un microscope donnant de très-forts grossissements.

La capacité de nos réservoirs varie entre 3 et 5 centimètres cubes.

Parlons maintenant de quelques-unes de ces expériences.

Sang. — Nous avons filtré du sang provenant de mammifères et d'oiseaux.

Le sérum traverse la membrane sans difficulté. En douze heures, on obtient à peu près le quart du liquide placé dans le filtre. Ce sérum a une couleur un peu rutilante; on n'y trouve ni globule, ni globulin, ni leucocyte, ni granulation.

L'acide azotique et la chaleur y démontrent la présence de l'albumine.

Albumine de l'œuf. — Ce liquide, tel qu'il est extrait de l'œuf, passe lentement; dilué avec un peu d'eau, son passage au travers de la membrane se fait plus vite. Il est facile de constater que la partie qui a traversé la membrane contient de l'albumine.

Lait. — Notre filtre retient entièrement les globules du lait. Le liquide qui passe ne nous a pas paru contenir d'albumine. Quelques gouttes de ce sérum, soumises à une douce chaleur sur une plaque de verre, laissent une empreinte qui ressemble beaucoup à celle qu'on obtiendrait en faisant dessécher quelques gouttes d'eau gommée.

Pus. — Les globules de ce liquide restent entièrement dans le filtre; on trouve dans le produit de la filtration un peu d'albumine. A l'aide du microscope, on constate l'absence de cellules et d'éléments granuleux.

Le sérum qui provient du pus filtré a l'aspect d'un liquide clair, d'une couleur légèrement citrine, et contient un peu d'albumine.

Huile. — Ce liquide placé dans un réservoir, que la membrane soit sèche ou humide, ne transsude pas. On n'aperçoit aucun indice de filtration. On peut faire passer la membrane qui forme ce réservoir par tous les degrés d'humidité; la présence de l'huile n'entrave en rien les phénomènes d'hygrométricité.

Nous avons soumis à la filtration la levûre de bière, de l'eau contenant des vibrions provenant de vieille colle préparée avec de la farine, ainsi que d'autres liquides contenant de très-petits animalcules infusoires. Dans aucun cas nous n'avons pu constater dans le liquide filtré la présence de cellules ou de protozoaires.

Ce genre de filtration a une grande supériorité sur la même opération faite avec le papier Berzélius, qui laisse toujours passer un certain nombre de granulations.

Les corpuscules pigmentaires infiniment petits des cellules de la choroïde sont aussi retenus sur la membrane.

Ce filtre permet de séparer complétement les spermatozoïdes de la partie liquide du sperme; il en sera de même sans doute si du sérum des virus l'on veut séparer les corps cellulaires et granulés que le microscope y constate.

On pourra s'en servir aussi pour répéter les expériences de fécondation artificielle des œufs de poisson par le procédé de Spallanzani et pour faire dans de bonnes conditions des injections sous-cutanées et intra-vasculaires, comme les a pratiquées M. A. Chauveau (de Lyon).

Ces expériences auront d'autant plus de valeur qu'on aura la certitude que le liquide dont on se sert ne contient aucun élément figuré ni granuleux.

En dernier lieu, nous devons ajouter qu'on ne doit pas mettre trop de retard à constater l'absence de tout élément solide dans le liquide filtré, car, en été surtout, il n'est pas rare, douze ou quinze heures après la filtration, de voir apparaître des vibrions ou des monades dans le produit de la filtration.

L'expérience nous a démontré que les estomacs fibreux qui ont été desséchés ne sont pas toujours très-aptes à la filtration. Ceux, au contraire, qui sont conservés dans de l'éther sulfurique, ayant toujours un certain degré d'humidité, conviennent parfaitement bien.

Voici ce qu'on doit faire : On prend un de ces estomacs sortant de l'éther, on ne garde que sa tunique fibreuse, et, après l'avoir imbibée d'eau, il faut s'en servir tout de suite pour la filtration.

Le même filtre ne peut servir qu'une seule fois.

ÉLASTICITÉ.

La propriété que les corps ont de reprendre leur forme ou leur volume primitifs s'observe aussi bien dans les tissus organiques

que dans une infinité d'autres corps de nature très-différente.

Nous n'avons à nous occuper ici que des phénomènes élastiques que présentent les membranes qui proviennent du règne animal, et nous étudierons d'une manière toute particulière quels sont les changements que l'élasticité des membranes éprouve sous l'influence de l'eau. Prenons un exemple : le tissu jaune élastique desséché diminue considérablement de volume; il devient dur, inextensible et un peu transparent; dans cet état il ressemble à de l'ambre jaune. Ce tissu reprend toutes ses propriétés et son aspect extérieur si on le met dans l'eau.

Il nous a été facile de comprendre tout de suite que nous pouvions tirer un grand parti de nos hygromètres bien gradués pour faire cette étude.

Il fallait, en outre, que nous eussions un réservoir membraneux qui pût, à tous les degrés hygrométriques, être soumis successivement à des pressions alternativement faibles, modérées et fortes.

Nous avons résolu ce problème par une modification bien simple que nous avons fait subir au tube de ce nouvel instrument que nous avons appelé *élastomètre* (pl. IV, fig. 3).

Si l'on suit les flèches qui indiquent la marche du mercure, on verra que l'on peut constater facilement que la membrane est soumise à des pressions diverses, à cause des directions différentes des branches du tube dans toute l'étendue de l'échelle hygrométrique. On verra combien sont éloignés les uns des autres les degrés qui sont en rapport avec beaucoup d'humidité, quand le mercure circulera dans les branches horizontales et dans les branches où le mercure s'avance en descendant; on constatera aussi combien sont rapprochés les degrés qui indiquent beaucoup d'humidité dans les branches où le mercure a une marche ascendante.

D'autre part, à mesure que la membrane perd l'humidité dont elle est imprégnée, ce grand écart dans les distances parcourues tend à s'effacer; les degrés hygrométriques parcourent des espaces plus égaux pour le même nombre de degrés.

Il est facile de se rendre compte de cette marche irrégulière du

mercure sous l'influence d'une force en apparence désordonnée qui semble partir de la membrane.

Que se passe-t-il alors ?

Avant de répondre à cette question nous devons dire qu'il est indispensable, quand on veut faire ces observations, de mettre cet instrument en fonction par un temps relativement sec.

Quand la membrane a été imbibée d'eau et que l'instrument arrive à 95 ou 90 degrés, le mercure circule avec beaucoup de lenteur, quand sa marche est ascendante et qu'il s'élève de plus en plus haut.

Dans cette période d'ascension, la pression va toujours en augmentant et l'élasticité du réservoir est fortement mise en jeu à chaque instant. Alors la membrane s'amincit un peu, la capacité du réservoir augmente d'une quantité très-petite, il est vrai, mais suffisante pour diminuer la poussée du mercure dans le tube. Il en résulte que ce liquide est chassé dans l'échelle en petite quantité et que l'on doit ainsi expliquer le rapprochement des degrés hygrométriques.

Lorsque le mercure sera arrivé dans la branche horizontale supérieure qui fait suite à celle qu'il vient de parcourir, la pression sera la même d'un bout à l'autre et ce liquide marchera régulièrement, parce qu'il n'aura plus à lutter contre les lois de la pesanteur et que sa circulation n'obéira qu'à la contraction hygrométrique.

Mais bientôt ce métal arrive dans la branche descendante et, à mesure qu'il gagne des points plus déclives, sa marche devient de plus en plus accélérée et il arrive avec une vitesse très-marquée dans une étendue de la branche horizontale inférieure et même quelquefois au delà. Dans cette course rapide, il circule sous l'influence de deux forces : l'une très-puissante, l'élasticité; l'autre beaucoup moindre, l'hygrométricité.

Il est facile, en effet, de comprendre que ce liquide, dans sa marche descendante, diminue la tension de la membrane, et que la rétractilité a lieu proportionnellement.

Le mercure étant ainsi sollicité par deux forces qui agissent simultanément, on s'explique facilement que, pour le même nombre de degrés hygrométriques que précédemment, il doit par-

courir des espaces bien plus considérables. Aussi voyons-nous nos degrés très-éloignés les uns des autres.

Revenons à la marche de notre instrument.

Le mercure arrive bientôt à l'extrémité de la branche horizontale inférieure, s'il ne l'a pas dépassée; là, au lieu de circuler facilement, il est contraint de marcher de nouveau contre les lois de la pesanteur et se dirige verticalement pour recommencer un cycle semblable à celui que nous venons de décrire.

Mais on verra que à mesure que l'instrument marquera moins d'humidité et qu'il indiquera par exemple 70, 60, 50, 40 et 30 degrés, la marche du mercure tendra à se régulariser de plus en plus.

Cependant, entre 70 et 80 degrés, on voit bien encore ce métal s'avancer lentement quand la colonne s'élève, et circuler rapidement quand il va en descendant.

Bientôt ce phénomène sera de moins en moins accentué, car entre 50 et 60 degrés il progressera déjà plus régulièrement. Enfin, entre 50 et 40 degrés, et encore mieux entre 40 et 30 degrés, l'influence des différentes directions sera nulle et les choses se passeront comme si l'on avait annexé au réservoir un tube horizontal, où la pression est toujours la même.

Il est bien facile de se rendre compte des irrégularités de la marche du mercure que nous avons signalées.

En effet, la membrane du réservoir entre 100 et 80 degrés est encore relativement très-humide. Dans cet état, elle se distend virtuellement sous l'influence d'une pression de plus en plus forte et ne laisse circuler qu'une très-petite quantité de son contenu, mais aussi elle réagit fortement en revenant sur elle-même lorsque cette pression diminue notablement.

On trouve donc dans ce fait l'explication de la lenteur de la marche ascensionnelle du mercure et de sa rapidité dans une direction opposée.

La distension de la membrane sous une pression croissante peut encore être démontrée par la graduation de l'échelle.

On voit que les degrés qui indiquent l'humidité sont très-rapprochés les uns des autres sur les branches dans lesquelles le

mercure s'élève, et qu'ils sont très-éloignés sur celles où la circulation se fait en sens inverse.

Cette différence dans leur étendue provient de ce que les premiers correspondent au moment où le réservoir se contracte difficilement par suite de la pression de plus en plus forte qu'il éprouve, tandis que les autres degrés, bien plus distants les uns des autres, sont en rapport avec le moment de la diminution de la colonne mercurielle.

Quand on arrive à un degré de sécheresse très-marqué, les choses changent entièrement. La membrane perd son extensibilité et sa rétractilité, autrement dit il n'y a plus d'élasticité et le mercure n'obéit qu'au retrait que produit la sécheresse sur la membrane devenue inextensible et privée d'élasticité.

Ces expériences nous permettent de conclure que l'élasticité dans les membranes provenant des êtres organisés est proportionnelle à la quantité d'humidité qui les imbibe.

CONTRACTILITÉ PHYSIQUE.

Action de l'humidité, de la sécheresse, de la chaleur et du froid sur les membranes.

Nous arrivons maintenant à une partie de notre travail où nous allons nous occuper de phénomènes si rapides et de si courte durée qu'il faut des instruments d'une sensibilité extrême pour les constater.

Aussi les hygromètres gastriques sont-ils indispensables pour ces démonstrations.

Nous nous sommes ordinairement servi de l'hygromètre tel qu'il est représenté planche IV, fig. 2.

Ces phénomènes, qui n'ont été signalés nulle part, que nous sachions, apparaissent quand les membranes sont soumises subitement et successivement à l'action du froid et de la chaleur et *vice versâ*, soit au moment où elles sont par leur humidité en équilibre avec celle de l'atmosphère, soit avant qu'elles aient entièrement manifesté le véritable état hygrométrique dans lequel elles sont placées. Ces différentes impressions qu'éprouvent les membranes

et les mouvements qui en résultent se succèdent si rapidement les uns aux autres que leur étude, si délicate et si complexe, a été impossible jusqu'à présent, faute d'instruments convenables.

Nous allons étudier en premier lieu et séparément l'action de l'humidité, de la sécheresse, du froid et de la chaleur sur les membranes. Puis nous verrons comment ces différents facteurs réunis deux à deux, agissent sur elles.

Humidité. — Les tissus desséchés, avons-nous dit, sont très-avides d'eau. Ce liquide, comme on le sait, favorise leur décomposition, surtout la chaleur aidant. Desséchés en partie ou complétement, ils conservent leurs propriétés physiques pendant un temps considérable, si l'on en juge surtout par un hygromètre de Saussure qu'on a vu fonctionner avec un cheveu provenant d'une momie d'Égypte.

Quand on gradue l'hygromètre à cheveu d'après le procédé de Saussure, on place l'instrument sous une cloche dont la base repose sur un vase plat contenant de l'eau. L'air confiné se trouve bientôt saturé d'humidité et le point où l'aiguille s'arrête indique l'humidité maximum de l'air.

Dans cet état, le cheveu, pas plus que toute autre substance organique dans les mêmes conditions, n'est pas saturé absolument d'eau ; l'humidité véritablement absolue, que nous appelons *humidité aqueuse*, s'obtient en plongeant le tissu directement dans l'eau, chose très-facile à faire avec nos réservoirs.

Après cette imbibition, l'hygromètre indique une augmentation d'humidité. On voit le mercure dépasser 100 degrés hygrométriques et tendre à se rapprocher de la tige et même à y descendre. Le point où il s'arrête peut être évalué approximativement à 15 ou 16 degrés d'une échelle hygrométrique centésimale que l'on aurait tracée sur un tube horizontal au delà de ses 100 degrés.

Ces données différentes, provenant de l'eau et de l'air saturé d'humidité, ne peuvent être bien démontrées qu'en se servant du synelcomètre, car avec l'hygromètre de Saussure on ne constate qu'un degré en plus pour l'humidité produite par l'eau. C'est ce que nous allons démontrer (pages 165 et 166 et pl. VI, fig. 3).

Admettons que les divisions de l'échelle centésimale de Saussure se prolongent au delà de 100 degrés, on verra l'aiguille marquer 101 degrés lorsque cet hygromètre sera plongé dans l'eau. Preuve évidente que le cheveu sera plus humide dans cet état que dans l'air saturé d'humidité.

Prenons maintenant un synelcomètre gradué comme l'hygromètre de Saussure, de manière que le 100ᵉ degré corresponde à l'air saturé d'humidité et le degré 0 à la sécheresse extrême, et prolongeons l'échelle au delà de 100 degrés avec des divisions de même longueur que celles qui sont tracées sur le tube, nous verrons que le mercure atteindra la 116ᵉ division.

Cela prouve encore une fois que l'humidité sera plus marquée qu'au point qui correspond à l'air saturé d'humidité.

D'après ces résultats, le réservoir semble accuser plus d'humidité que le cheveu, puisque celui-ci marque 101 degrés et la membrane 116. Cette différence tient uniquement à ce que le cheveu est soumis à une forte traction par le poids qui le tend, et que, conséquemment, l'extensibilité est fortement mise en jeu, tandis que le réservoir du synelcomètre n'ayant à supporter qu'une colonne de mercure de 2 ou 3 centimètres au plus, son élasticité est à peine mise à l'épreuve.

Il résulte de là que, pour une égale diminution d'humidité, la membrane se contracte plus que le cheveu, les conditions de tension n'étant pas les mêmes pour les deux instruments.

Quand on gradue un synelcomètre, il faut donc placer le 100ᵉ degré à une certaine distance du commencement de la portion horizontale du tube pour marquer les divisions complémentaires, au delà du 100ᵉ degré de l'échelle centésimale (pl. VI, fig. 3).

Ces expériences doivent donc faire admettre deux sortes d'humidité : 1° l'humidité de l'air saturé de vapeur d'eau; 2° l'humidité aqueuse produite par le contact direct de l'eau. Ce liquide, comme on le voit, sature au maximum les tissus membraneux.

Sécheresse.— Sous l'influence de la sécheresse, les membranes perdent de leur épaisseur, diminuent d'étendue, se raccourcissent et deviennent friables. D'autre part, si elles ont la forme d'un

réservoir, leur capacité tend à s'effacer notablement, et sous l'action d'une forte pression et de la sécheresse, de petites lacunes se forment probablement entre les fibres qui constituent la membrane, et l'on voit filtrer le mercure sous forme de gouttelettes infiniment petites, filtration que nous n'avons jamais observée quand les membranes étaient imbibées d'eau.

Froid. Contractions qui en dépendent. — Sans les grandes amplifications que fournit notre hygromètre gastrique, nous n'aurions jamais pu reconnaître les effets rapides et de courte durée que produisent le froid et la chaleur sur les tissus, effets qui sont bientôt suivis par les mouvements hygrométriques survenant bien peu de temps après. Ces mouvements produits par le froid, nous ne les avons vus notés nulle part d'une manière précise.

C'est après avoir bien étudié ces phénomènes nouveaux avec notre hygromètre que nous avons pu les vérifier d'une manière très-évidente avec l'hygromètre à cheveu, en le plaçant dans de certaines conditions.

Cette étude de l'influence du froid et de la chaleur va montrer que les tissus organiques non vivants, aussi bien que les corps de nature minérale, obéissent à cette loi physique qui souffre peu d'exceptions : le froid contracte les corps, la chaleur les dilate.

Pour arriver à cette démonstration, il faut expérimenter par un temps froid et humide, comme cela s'observe si souvent en hiver. Il faut une température un peu au-dessous ou un peu au-dessus de zéro. Un léger brouillard ne nuit pas à l'expérience.

L'état d'humidité de l'air libre devra, de préférence, osciller entre 90 et 98 degrés et ne pas marquer moins de 85 ou 80 degrés. Un degré plus faible conviendrait moins.

Pour faire de bonnes observations hygrométriques à l'air libre, il faut avant tout fixer dans l'embrasure d'une fenêtre, à l'extérieur, une planche disposée horizontalement et à une hauteur convenable.

Elle devra occuper toute la largeur de l'embrasure et fera l'office d'une table allongée sur laquelle on placera les différents instruments que l'on veut observer.

Si l'on peut réunir les conditions atmosphériques que nous venons de recommander, on placera alors sur la table de la fenêtre un support auquel on suspendra un thermomètre et un hygromètre. Ces instruments doivent être bien placés en face d'une des vitres pour que, de la pièce où se trouve l'observateur, on puisse bien voir tous les mouvements du mercure et lire facilement les données de ces instruments.

La température du laboratoire doit être au moins de 12 à 15 degrés centigrades.

Dans cet état de choses, on prend un autre hygromètre que l'on place, dans le laboratoire, sous une cloche contenant de l'air saturé d'humidité. Quand cet instrument marque 96 à 98 degrés et même 100 degrés d'humidité et que sa température est à 12 ou 15 degrés centigrades, et que, d'autre part, on a la certitude que les instruments placés extérieurement sont bien en équilibre avec l'humidité et la température de l'atmosphère, on ouvre la fenêtre et on la referme immédiatement, après avoir suspendu l'hygromètre qu'on a saturé d'humidité à côté de celui qui marque l'humidité de l'air extérieur.

A ce moment, l'observateur doit redoubler d'attention. Admettons que l'état hygrométrique de l'air extérieur soit à 95 degrés, que va-t-il se passer? On verra l'hygromètre de la chambre qui subissait une température d'environ 15 degrés centigrades et qui marquait 100 degrés d'humidité ou un peu moins, on le verra, disons-nous, aussitôt après qu'il aura subi le froid de l'atmosphère, marcher rapidement et arriver à 90, 80, 70 degrés et quelquefois même plus loin dans le même sens.

Alors on constate que, vers ces derniers degrés, la contractilité de la membrane s'affaiblit, le mercure marche lentement, il reste stationnaire pendant quelques secondes, et bientôt la membrane, n'obéissant plus qu'à l'état hygrométrique de l'air, tend à se mettre en équilibre avec lui et on voit en dernier lieu le mercure rétrograder et s'arrêter à 95 degrés.

Un hygromètre, ne marquerait-il que 80 ou 75 degrés, donnerait lieu aux mêmes phénomènes, mais avec un peu moins d'intensité.

Quelle interprétation devons-nous donner à cette marche progressive et régressive du mercure, laquelle a toujours lieu dans l'ordre que nous venons d'exposer avec des conditions semblables.

Ne voyons-nous pas que ces mouvements sont produits par le froid sur la membrane? Aussitôt qu'elle est sous son influence, elle commence à réagir, ses molécules se rapprochent, son activité propre, à ce moment, se manifeste par une contraction causée par le froid.

Opérons de la même manière avec l'hygromètre de Saussure, nous verrons l'aiguille indiquer les différentes phases de ces mouvements, mais avec plus de rapidité encore qu'avec notre hygromètre. Aussi faut-il savoir d'avance ce qui va se passer pour ne perdre aucun détail de cette expérience.

Ainsi on verra l'aiguille, si elle est à 98 ou à 100 degrés, mar cher vers 75 ou 70 degrés. A ce moment, on constatera à peine un temps d'arrêt et l'aiguille ira, en revenant sur ses pas, s'arrêter au 98e degré centésimal qui correspond à 95 degrés hygrométriques.

Telle est la succession des mouvements que le froid occasionne dans les tissus humides. Nous donnerons le nom de *contractilité physique* à cette propriété qu'ont les tissus de réagir ainsi sous l'influence du froid.

Nous ne voulons pas préjuger les rapports que cette contraction peut avoir avec la contractilité musculaire ou sarcodique.

Quand l'état de l'atmosphère ne présente pas les conditions nécessaires pour déterminer cette contraction, on pourra prendre un hygromètre (pl. IV, fig. 2) marquant 100 degrés ou un peu moins; on placera le réservoir et la tige aussi bas que possible dans une éprouvette entourée d'un mélange réfrigérant composé de sel et de glace, et on verra aussitôt le mercure marcher rapidement sous l'influence du froid.

Par contre, si on prend un autre hygromètre dans les mêmes conditions d'humidité et qu'on place son réservoir dans la même éprouvette mais dont l'air ne sera pas refroidi, on constatera que le mercure circulera relativement avec une grande lenteur sous l'influence seule de l'évaporation de l'humidité de la membrane.

Ce phénomène de contractilité n'a pas lieu si l'on expose au froid et à l'air libre un hygromètre qui vient d'être plongé dans un bain d'eau et qui se trouve ainsi sursaturé d'humidité.

Action de la chaleur. — Cet agent produit des effets différents si les tissus sont desséchés ou humides, et si la chaleur est portée à un faible ou haut degré.

Par l'action de l'air sec et d'une chaleur modérée, les tissus, et par conséquent les hygromètres de nature organique, perdent peu à peu une certaine quantité de l'eau qu'ils contiennent et leur substance se modifie comme nous l'avons indiqué à l'article *Sécheresse;* puis, au bout d'un temps variable, ils se mettent en équilibre avec l'humidité de l'atmosphère.

Action d'une température élevée. — Quand on place des tissus membraneux dans un ballon en verre contenant de l'eau ou de l'air, et qu'on vient ensuite à élever peu à peu la température de ces deux milieux jusqu'à 100 degrés centigrades, on fait éprouver à ces tissus une action chimique particulière qui modifiera tellement ces membranes qu'elles ne seront plus aptes à reprendre leur forme première pas plus que leur aspect extérieur; en outre, les propriétés qu'elles avaient avant cette épreuve seront profondément modifiées.

Prenons un morceau de baudruche mouillée; si on l'approche d'un feu ardent, elle se crispe immédiatement et ressemble à un morceau de papier que l'on a froissé dans la main, son extensibilité est ensuite excessivement marquée.

Pour étudier convenablement l'action d'une température élevée, il convient : 1° de prendre un réservoir membraneux très-résistant et assez épais, par exemple une vésicule biliaire; on devra lui adapter un tube de verre à direction d'abord verticale, puis horizontale; enfin, on le chargera avec du mercure jusqu'au sommet de la tige, qui doit avoir environ 12 centimètres; — 2° de prendre un ballon de verre plein d'eau dont on fermera l'orifice avec un bouchon présentant deux ouvertures; l'une laissera passer la tige de notre réservoir, l'autre la tige d'un thermomètre.

Si l'on élève progressivement jusqu'à 100 degrés centigrades la température de l'eau du ballon dans lequel baignent les réser-

voirs des deux instruments, on constatera que l'eau agira différemment sur la membrane suivant une température plus ou moins élevée.

En effet, on voit que le mercure s'avance lentement dans le tube tant que la température ne dépasse pas 68 ou 70 degrés centigrades. Le réservoir membraneux, dans les conditions d'humidité où il se trouve, semble inerte, et si le mercure entre en mouvement cela tient uniquement à sa dilatation.

Mais, de 70 à 100 degrés centigrades, la membrane réagit violemment, la cavité du réservoir diminue de plus en plus jusqu'à s'effacer complétement, et le mercure, animé d'une grande vitesse, arrive bientôt à l'extrémité du tube en s'épanchant au dehors.

Modifions un peu cette expérience. Prenons un ballon ne contenant que de l'air et servons-nous d'un réservoir membraneux à l'état de sécheresse. Si l'on élève, au bain-marie, la température de cet air confiné, les mêmes phénomènes que nous venons d'observer se reproduiront, mais avec cette différence qu'ils seront moins brusques et un peu moins intenses.

Cette action si marquée qui se produit dans les tissus soit humides, soit desséchés à une température inférieure à 70 degrés centigrades, ne peut être attribuée qu'à la coagulation des principes albuminoïdes contenus dans les membranes, et par conséquent elle dépend d'une modification profonde des molécules qui entrent dans la composition des fibres du réservoir.

Action de la chaleur à une température modérée. — D'après nos observations, la matière organique semble ne pas faire d'exception à cette loi de la physique qui reconnaît aux corps la faculté de se dilater et de s'allonger sous l'influence de la chaleur.

Cette propriété que nous allons démontrer dans les tissus semble en contradiction avec les phénomènes de crispation et de raccourcissement qui sont déterminés par une haute température.

Cependant, comme on va le voir, le phénomène de dilatation, qui est très-éphémère, très-fugitif, sera mis en lumière comme celui de la contraction produite par le froid.

Il faut opérer avec les mêmes instruments que ceux dont nous nous sommes servi pour déceler la contraction physique sous l'influence du froid.

Les conditions nécessaires pour cette expérience sont : 1° une température de 12 à 15 degrés centigrades du laboratoire où l'on prépare l'expérience et un état de sécheresse supérieur à celui de l'air libre ; — 2° il faut que la température de l'air libre de l'atmosphère soit à 2 ou 4 degrés au-dessous de zéro et même un peu plus bas.

Supposons maintenant que, à l'air libre, l'hygromètre marque 90 ou 95 degrés et que l'air du laboratoire soit à 60 degrés hygrométriques. Observons ce qui va se passer en disposant les instruments de la manière suivante :

Prenons un hygromètre; plaçons-le dans l'embrasure de la fenêtre pour l'exposer au froid de l'air libre. Attendons que sa donnée hygrométrique soit bien en rapport avec le milieu dans lequel il se trouve. On verra alors, si l'on place rapidement cet instrument dans l'air plus chaud et plus sec du laboratoire, le mercure rétrograder très-notablement, bien que, *à priori*, on pût supposer un mouvement en sens contraire. En effet, la membrane soumise à la sécheresse de son nouveau milieu doit se contracter et pousser le mercure en avant; d'autre part, ce métal, soumis à une plus forte température, se dilate et tend par conséquent, dans de petites limites, il est vrai, à s'avancer dans le tube. Mais ces deux forces n'ont pas le temps d'agir; la chaleur est là qui influence en premier lieu le tissu organique, et alors les molécules qui le constituent ont moins d'affinité entre elles; les fibres se relâchent, se distendent à un certain degré et produisent ainsi une augmentation de la capacité du réservoir. Au total, le mercure recule sous cette influence.

Mais bientôt, dans une seconde phase, la membrane, comme dans le cas où elle a été soumise au froid, n'est plus influencée de la même manière : c'est alors la sécheresse qui agit sur elle.

Le réservoir, perdant une certaine quantité d'eau par l'évaporation, se resserre, et le mercure, au lieu de continuer son mouvement de recul, marche en avant dans le tube jusqu'à ce qu'il

ait atteint le chiffre 60, qui est le degré hygrométrique supposé du milieu où il se trouve. Nous avons constaté plusieurs fois qu'une augmentation de 10 degrés de température pouvait donner lieu à un mouvement régressif du mercure équivalent à 18 ou 20 degrés de l'échelle hygrométrique. Cette expérience, que nous avons répétée un très-grand nombre de fois, nous a toujours donné les mêmes résultats.

En somme, elle est la reproduction en sens inverse de celle que nous avons rapportée à propos du froid, et elle donne nécessairement des résultats contraires. Elle montre donc évidemment que la chaleur, pourvu qu'elle ne dépasse pas une température trop élevée, dilate les tissus pendant un temps infiniment petit.

On peut encore reproduire ces phénomènes de différentes manières. Un procédé très-simple consiste dans l'emploi d'une éprouvette, comme nous l'avons fait pour le froid ; mais au lieu de l'entourer d'un mélange réfrigérant, nous la plaçons dans du sable chaud.

On verra, en plongeant dans l'air de l'éprouvette le réservoir à une certaine profondeur, le mercure rétrograder, ce qui prouve que la membrane se dilate.

D'autre part, si l'on a une éprouvette entourée d'un mélange réfrigérant, et qu'on plonge la même membrane dans l'air refroidi qui s'y trouve contenu, la marche progressive du mercure dénotera la contraction de la membrane.

Si l'on veut étudier l'influence du froid et de la chaleur sur les membranes, l'état hygrométrique restant toujours le même, il suffira d'introduire le réservoir de l'hygromètre dans un tube à expérience long de 10 centimètres et large de 2 centimètres et demi environ. On fermera ensuite hermétiquement l'ouverture de celui-ci avec un bouchon de caoutchouc dont le centre, qui sera canaliculé, laissera passer la tige de l'instrument.

Avant d'expérimenter, on attend que le mercure indique bien le degré d'humidité de l'air confiné dans le tube.

Dans ces conditions-là et dans une de nos expériences commencée à une température de + 12° centigr., l'air confiné du tube étant à 61°, nous avons plongé ce petit appareil pendant 3 minutes dans de l'eau à 0° centigr.

Sous cette influence, le réservoir se contracte et pousse le mercure dans l'étendue de près de 4° hygrométriques, c'est-à-dire à 57^{H}, le métal reste ensuite stationnaire pendant quelques minutes et regagne bientôt 61^{H}, et même il arrive à 62^{H}. (Cette différence de 1 degré en arrière provient sans doute de la contraction du mercure sous l'influence du froid.)

Dans un second temps de l'expérience, nous plongeons le tube dans un bain d'eau à + 40° centigr.; en 2 minutes, le mercure recule jusqu'à 65^{H}, puis reste stationnaire pendant 50 secondes seulement, et bientôt, dilaté sous l'influence de cette haute température relative, il circule dans le tube comme le mercure d'un thermomètre sous l'influence de la chaleur, et nous le voyons alors arriver jusqu'à 35^{H}.

Cette dernière phase de l'expérience tient uniquement à la dilatation mercurielle, car, à mesure que l'eau du bain se refroidit, le métal tend à revenir à son point de départ.

En résumé, on doit reconnaître aux tissus non vivants deux propriétés physiques nouvelles : la contractilité et la dilatabilité physiques développées par le froid et la chaleur; phénomènes très-éphémères, durant une ou deux minutes au plus et disparaissant bien vite pour faire place à ceux de nature hygrométrique proprement dits. Ces propriétés ne peuvent bien s'analyser qu'en se servant d'instruments très-sensibles et très-amplificateurs.

De cette étude, qui est du ressort de la physique, la physiologie ne peut-elle pas tirer quelques conséquences au point de vue de certains monvements que l'on observe pendant la vie et que l'on a rangés dans la classe des phénomènes vitaux? Les physiologistes admettent que le réseau que forment les plus petits vaisseaux capillaires est influencé par le froid et que l'on voit tous ces petits canaux sanguins entrer en contraction par l'action de cette cause. Ce mouvement de retrait, de resserrement, qui se produit sur la membrane amorphe constituant ces petits canaux, ne peut-elle pas dépendre dans ce cas de la contractilité physique? Et, lorsqu'elle se produit en dehors de la réfrigération ne doit-elle pas dépendre d'actions mécaniques indirectes pro-

duites par les contractions et dilatations si nombreuses qu'on observe dans les vaisseaux sanguins d'un plus fort calibre que celui des capillaires?

Nous sommes porté à croire que la contraction des vaisseaux capillaires sous l'influence du froid est un phénomène purement physique, mais s'il se produit à la température ordinaire du corps et sans l'intervention du froid, sous l'influence, par exemple, d'un faible afflux sanguin, cela tient à l'élasticité de la mince membrane qui forme presque à elle seule les petits vaisseaux capillaires; tandis que les choses se passent bien différemment à l'égard des vaisseaux sanguins un peu plus volumineux où l'élément musculaire apparaît manifestement.

Dans ces derniers canaux, la circulation, comme l'a si bien démontré M. Claude Bernard, est réglée par les nerfs vaso-moteurs; le calibre des vaisseaux et la circulation sont donc sous la dépendance du système nerveux.

Nous avons fait une expérience, que nous allons rapporter, et qui prouve combien un froid intense a peu d'action sur les gros vaisseaux sanguins au point de vue de leur contraction et par conséquent de la diminution de leur calibre.

Nous avons pris un lapin dont nous avons congelé une oreille dans toute son étendue avec un mélange réfrigérant composé de glace et de sel marin. L'oreille perdit sa souplesse et devint dure comme du carton. Dans cet état de congélation, nous la séparâmes de la tête avec un fort cautère cutellaire rougi à blanc.

L'autre oreille, étant dans son état naturel, fut également coupée de la même manière.

Cette section par le fer rouge ne laissa écouler aucune goutte de sang ni de l'une ni de l'autre.

Peu de temps après, ces organes étant à la température de l'air ambiant, nous les examinâmes toutes deux. A l'aide d'une vive lumière, et par transparence, il nous fut alors très-facile de distinguer à l'œil nu non-seulement tous les vaisseaux sanguins d'un certain calibre avec leur couleur d'un rouge vif, mais encore de constater que la quantité de sang qu'ils contenaient paraissait à peu près égale dans les deux oreilles.

Il résulte de cette expérience que : 1° pendant la vie, les veines et les artères d'un certain volume ne paraissent pas subir de contraction appréciable sous l'influence d'un grand froid ; — 2° que la décoloration des tissus pendant la congélation, comme cela se se voit dans la peau de l'espèce humaine, dépend de ce que le plasma du sang, à l'état de glace, masque la couleur rouge des globules sanguins.

De la force de contraction des tissus à partir de l'humidité absolue jusqu'à la sécheresse extrême. — L'échelle arbitraire centésimale de l'hygromètre de Saussure est loin d'indiquer les véritables degrés hygrométriques. Aussi Gay-Lussac, voulant remédier à cet inconvénient, a-t-il doté la science d'une table de correction qui permet, d'après les données de l'hygromètre à cheveu, de connaître approximativement l'humidité relative de l'atmosphère.

Si nous mettons en regard l'échelle centésimale de celle de la table de correction, nous voyons, par exemple, que 95 degrés centésimaux correspondent à 89 degrés hygrométriques, 42 c. à 22 h. et 13 c. à 6 h.

Cette différence si frappante dénote que, depuis l'humidité absolue jusqu'à la sécheresse extrême, le cheveu ne se raccourcit pas proportionnellement à la quantité d'humidité contenue dans l'atmosphère.

Vers la plus grande humidité, 3 degrés centésimaux équivalent à 4° 5 hygrométriques ; au milieu de l'échelle, 3 degrés centésimaux sont l'équivalent de 2° 3 hygrométriques, et vers la sécheresse extrême 3 degrés centésimaux correspondent à 1° 8 hygrométrique.

Ce défaut d'accord s'observe également avec tous les hygromètres à réservoir membraneux.

Pour faire ces expériences avec eux, il faut avoir un hygromètre à tige peu élevée dont l'échelle soit horizontale, c'est-à-dire l'instrument auquel nous avons donné le nom de synelcomètre (page 171).

Il faut que son tube porte : 1° une échelle hygrométrique indiquant les véritables degrés d'humidité ; 2° une échelle centési-

male. Toutes deux commencent à 0° sécheresse pour aboutir, la première à 100 degrés hygrométriques, autrement dit à l'air saturé d'humidité, et l'autre à l'humidité absolue que détermine l'eau.

Souvent, pour des observations autres que celles-là, le tube est seulement divisé en parties d'égale capacité dans toute sa longueur; chaque division, comme nous l'avons déjà dit, contient un gramme de mercure (pl. VI, fig. 3).

En connaissant le poids du mercure contenu dans le réservoir, et avec ce dernier mode de division, on pourra facilement calculer la diminution de la capacité de la membrane pour un certain nombre de degrés hygrométriques.

Nous devons faire remarquer que le synelcomètre, par le peu de hauteur de sa tige (25 millimètres), empêche le réservoir de supporter une forte pression, laquelle est loin d'être proportionnelle à la tension qu'éprouve le cheveu par le poids de 70 centigrammes qui le tend. Pour le réservoir on devra se rappeler que la pression est toujours la même, le mercure se trouvant à la même hauteur dans toute l'étendue de l'échelle.

Observons sur l'échelle centésimale de chacun de ces deux instruments les données que vont fournir l'aiguille d'une part et le mercure de l'autre.

De 100 à 90 degrés hygrométriques, le cheveu fait marcher l'aiguille dans l'étendue de 4° 5 centésimaux. Le mercure du synelcomètre parcourt 12 degrés.

On voit donc que, pour la même soustraction d'humidité de leur tissu, l'un moins tendu, le synelcomètre s'est contracté, presque trois fois plus que le cheveu.

On saisira encore mieux ces différences en jetant un coup d'œil sur nos courbes graphiques (tableaux n° 1 et n° 2).

Ces résultats différents fournis par ces deux instruments proviennent uniquement de ce que le poids (70 centigrammes) qui tend le cheveu, produit sur lui une traction proportionnellement plus forte que celle qu'exerce, sur la membrane du réservoir, la pression de la colonne de mercure de 2 centimètres 1/2.

L'élasticité de ces deux tissus n'étant pas mise en jeu également, l'influence d'un peu de sécheresse agira plus fortement sur

le réservoir dont l'élasticité sera plus facile à vaincre que celle du cheveu dont la tension est très-marquée.

Mais il n'en est plus ainsi au milieu de l'échelle et vers la sécheresse absolue. Dans ces conditions-là, l'humidité n'imprégnant les substances organiques qu'en petite quantité, l'élasticité disparaît en très-grande partie et les effets de la sécheresse sur ces deux instruments se ressemblent notablement, surtout vers 50 et 60 degrés.

Si donc on compare les données de ces deux instruments dans toute l'étendue de leur échelle respective, on voit qu'à partir de l'humidité absolue, le cheveu se contracte de plus en plus à mesure que de 100 degrés hygrométriques il se rapproche davantage de zéro, ou sécheresse extrême. Mais il n'en est pas tout à fait de même du réservoir dont les plus faibles contractions correspondent au milieu de l'échelle et les plus grandes à ses deux extrémités.

Pour mieux saisir cette différence et se faire une idée exacte de ces expériences, il faut voir les courbes graphiques des tableaux 1 et 2 indiquant les contractions du cheveu et celles du réservoir, et comparer les échelles du synelcomètre entre elles.

Nous traçons sur une ligne horizontale des longueurs égales qni correspondent aux états hygrométriques de l'air, et cela de 10 en 10 degrés.

Sur les lignes verticales correspondantes, nous marquons des longueurs proportionnelles au nombre des degrés des échelles centésimales qu'ont parcouru d'une part l'aiguille de l'hygromètre à cheveu et de l'autre le mercure du synelcomètre.

Il faut donc, pour calculer ces expériences à l'aide de courbes, que chaque instrument ait sa division centésimale et sa division hygrométrique, c'est-à-dire une table de correction, puisque les degrés centésimaux ne correspondent pas aux degrés de l'humidité de l'air.

Au dix colonnes indiquant chacune 1/10 d'humidité totale de l'atmosphère, nous en avons ajouté une autre, que l'on voit à gauche des tableaux, pour démontrer la force de contraction des tissus depuis l'humidité aqueuse ou absolue jusqu'à 100 degrés hygrométriques, c'est-à-dire à l'air saturé d'humidité.

Pour obtenir la donnée de cette première colonne, nous avons plongé entièrement l'hygromètre à cheveu dans un bocal plein



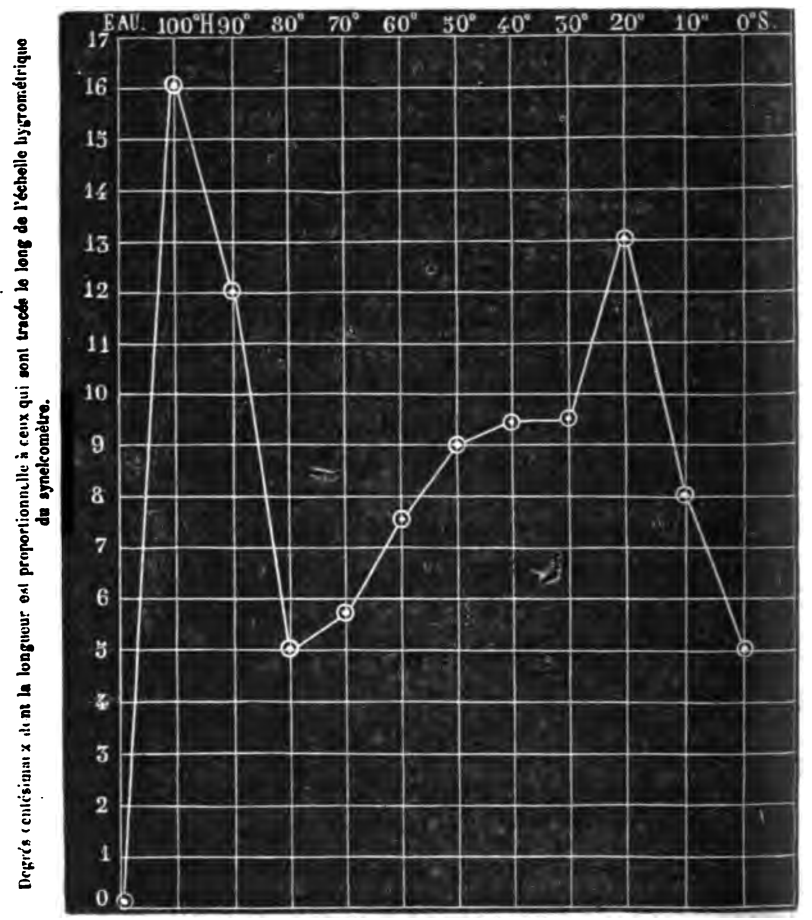


FIG. 1. — Courbe graphique montrant les contractions du réservoir du synelcomètre de 10 en 10 degrés hygrométriques à partir de l'humidité aqueuse jusqu'à 0 sécheresse.

d'eau pendant un quart d'heure. Il en a été de même pour le réservoir de l'autre instrument.

Ces deux courbes graphiques vont nous montrer les divers degrés de contraction du réservoir du synelcomètre et du cheveu sous l'influence de la sécheresse.

Comme on le voit sur les tableaux n°s 1 et 2, la contraction

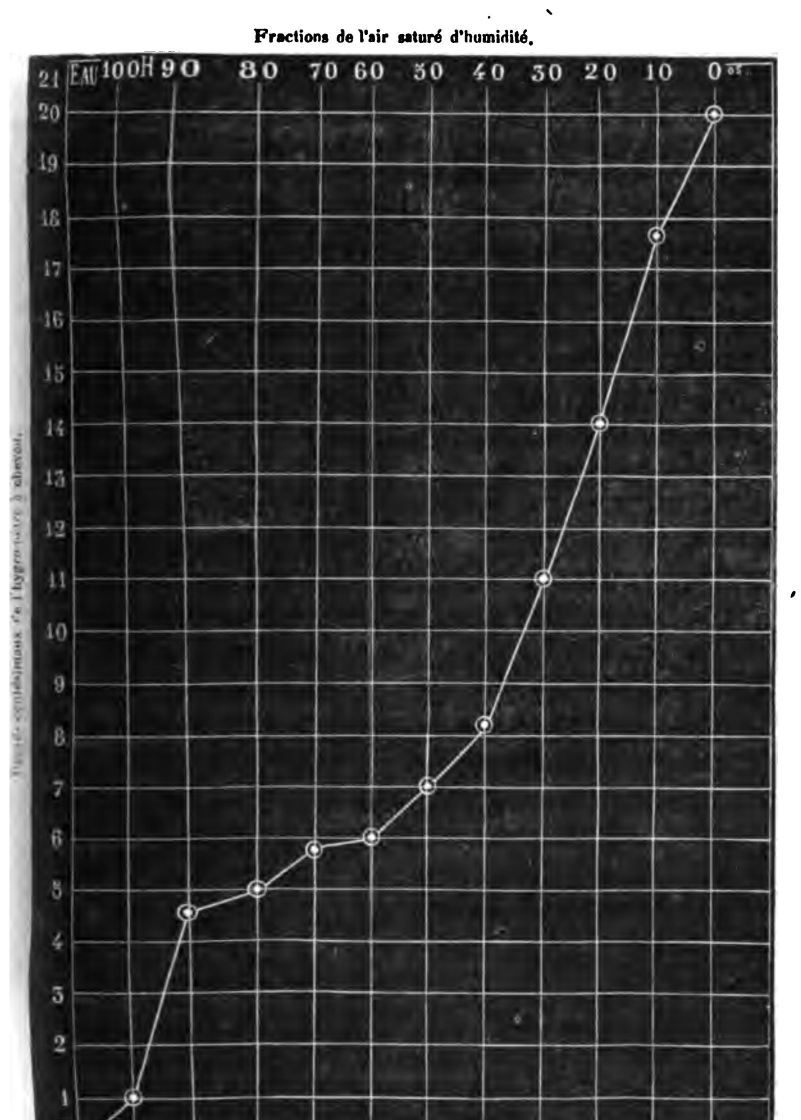


Fig. 2. — Courbe graphique montrant les contractions du cheveu de 10 en 10 degrés hygrométriques à partir de hnmidité aqueuse jusqu'à 0 degré sécheresse.

du réservoir qui s'est produite de l'eau à l'air saturé d'humidité,

équivaut à 16 degrés centésimaux, autrement dit à 1/7 de la contraction totale du réservoir, et celle du cheveu à environ 1/100 seulement.

Les points tracés sur les autres lignes verticales ou à côté, et par où passe la courbe, indiquent, comme nous l'avons dit, des longueurs proportionnelles aux différentes contractions du réservoir, de 10 en 10 degrés, à partir de 100 degrés hygrométriques jusqu'à la sécheresse extrême.

La courbe du tableau 2 relative au cheveu a été construite de la même manière que la précédente. Pour cela, mettant à profit la table de correction de Gay-Lussac, nous avons marqué sur les lignes verticales le nombre des degrés centésimaux parcourus par l'aiguille, de 10 en 10 degrés hygrométriques.

Nous voyons, d'après cet exposé, que l'allongement du cheveu qui se produit à partir de 100 degrés hygrométriques jusqu'à l'humidité produite directement par l'eau est beaucoup moins considérable que celui qui a lieu dans les fibres d'un réservoir membraneux placé dans les mêmes conditions d'humidité.

Cette différence, dont nous avons déjà donné l'explication, doit être attribuée à ce que, le cheveu supportant un poids proportionnellement plus grand que la membrane du réservoir, et son élasticité ayant déjà été, par cette cause, fortement mise en jeu au degré de l'air saturé d'humidité, l'eau, à son tour, ne lui permet qu'une très-faible distension.

Maintenant, si nous comparons nos deux courbes, de 100 degrés hygrométriques à zéro, nous voyons d'une part que, de 100 à 80 degrés hygrométriques, les contractions du réservoir tendent à s'affaiblir, et que celles du cheveu, de 100 à 80 degrés et même jusqu'à zéro, bien que ne marchant pas d'une manière régulière, vont toujours en augmentant.

Vers le milieu de l'échelle, l'irrégularité de raccourcissement n'est pas très-grande.

Si, sur la courbe n° 1, on considère les données des contractions du synelcomètre, on voit que de 80 à 20 degrés elles se rapprochent beaucoup de celles du cheveu dans la partie correspondante de sa courbe.

Mais, à partir de 20 degrés jusqu'à zéro, les courbes se dirigent en sens contraire, le cheveu se contracte de plus en plus jusqu'à zéro, tandis que le réservoir, à mesure qu'il s'avance vers la sécheresse absolue, a des contractions sensiblement décroissantes.

On dirait que le cheveu, dans sa période de dessiccation extrême, veut compenser par un raccourcissement très-marqué le peu de rétraction qu'il a présenté au haut de l'échelle hygrométrique, et que les choses ont lieu, d'autre part, en sens inverse pour le réservoir qui, s'étant contracté amplement vers les degrés les plus humides, tend à devenir moins contractile en se rapprochant de zéro.

Si l'on examine le tableau des échelles du synelcomètre (p. 172), on verra que nous représentons trois lignes parallèles qui pourraient être tracées à la fois sur le tube de cet instrument.

La deuxième ligne indique l'échelle centésimale à partir de l'eau; la troisième l'échelle hygrométrique indiquant les vrais degrés d'humidité, et la première des divisions du tube égales en capacité et contenant chacune un gramme de mercure.

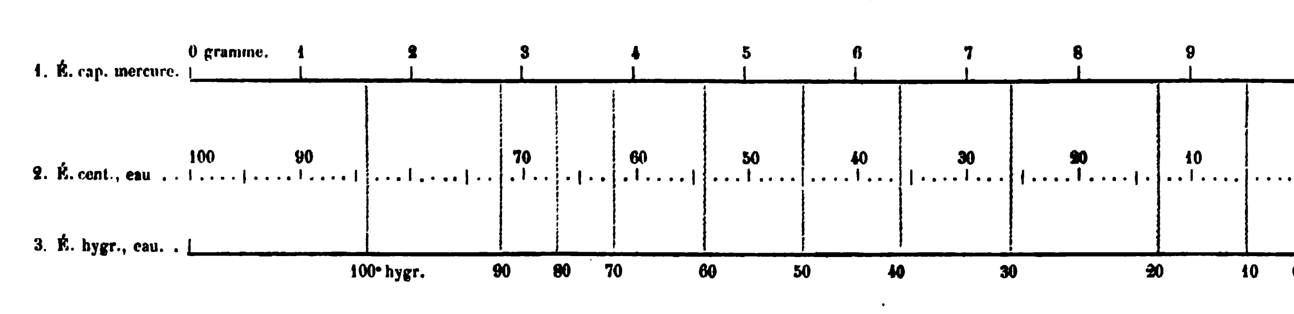
En jetant un coup d'œil sur ces trois lignes, on voit tout de suite les points correspondants des échelles centésimale et hygrométrique, et l'on constate en même temps la quantité de mercure expulsé par le réservoir à tel ou tel degré.

On voit, en outre, par le mercure poussé dans l'échelle hygrométrique, que la membrane qui contenait 30 grammes de ce métal en a expulsé 10; c'est-à-dire que la capacité du réservoir, sous l'influence de la sécheresse extrême de l'atmosphère, a diminué d'un tiers.

Enfin, nous devons ajouter que nous nous sommes servi d'un autre synelcomètre ne différant du premier que par la pression plus forte que supportait son réservoir, la tige de cet instrument ayant 3 centimètres et demi de hauteur.

Nous avons alors constaté que, à l'aide de cet instrument, dont la colonne de mercure avait 1 centimètre de hauteur de plus que l'autre synelcomètre, on obtenait des données dont la courbe graphique, au lieu de finir en descendant, comme on le voit dans la

TABLEAU DES ÉCHELLES DU SYNELCOMÈTRE.



Explications relatives aux trois échelles du synelcomètre.

Ce tableau, sur lequel sont tracées trois lignes parallèles en regard les unes des autres, indiquent les échelles que doit avoir le synelcomètre.

1. É. cap. — Portion de l'échelle de capacité divisée en parties égales. Chaque division contient 1 gramme de mercure. On voit que toute l'étendue de l'échelle hygrométrique (3 éch. hygr.) correspond à dix divisions.

2. É. cent. — Échelle centésimale dont les degrés ne correspondent pas avec ceux de l'échelle hygrométrique.

3. É. hygr. — Échelle hygrométrique indiquant les vrais degrés d'humidité et pouvant servir de table de correction à l'échelle centésimale.

figure n° 1, entre 20 et 10 degrés, et entre 10 et 0 degrés, tendait, au contraire, à monter de plus en plus, comme on le voit dans la figure n° 2, qui a trait au cheveu.

D'autre part, la quantité de mercure poussé dans le tube par la contraction de la membrane n'a été que de 6gr,60.

En résumé et d'une manière générale, l'étude de l'action de la sécheresse et de l'humidité sur les tissus organiques montre que, *pour une même quantité d'humidité en plus ou en moins, l'effet qui en résulte est variable, surtout aux extrémités de l'échelle, et que cette différence de contraction dépend en partie du degré de tension auquel les tissus sont soumis.*

Nous allons bientôt voir que chaque instrument, observé à part, présente fréquemment des données irrégulières. Cette question très-importante a été longuement développée dans le remarquable travail de Regnault sur l'hygrométrie.

ACTIONS DE CERTAINS AGENTS CHIMIQUES SUR LES MEMBRANES.

Jusqu'à présent, nous avons étudié dans leurs plus petits détails l'action de quelques agents physiques sur les membranes, en exceptant le cas où l'on fait agir sur elles une chaleur de plus de 70 degrés centigrades.

Nous allons maintenant nous occuper de certains produits chimiques qui, au lieu de laisser les membranes à peu près dans leur état moléculaire naturel, comme dans les expériences précédentes, vont altérer cet état à différents degrés, et qui aussi paraîtront, dans quelques cas rares, n'avoir aucune action sur elles.

En général, les acides faibles, surtout ceux provenant du règne végétal, les acides minéraux étendus de beaucoup d'eau et les liquides alcalins à un faible degré ne paraissent pas altérer sensiblement les tissus de nos réservoirs.

Mais il en est bien autrement quand on étudie l'action des acides purs, des alcalis caustiques, ou de certains gaz, notamment le chlore. L'action de ces substances est rapide et les tissus sont promptement désorganisés.

Nous allons voir que l'influence des acides et des alcalis se ressemble en ce que les uns et les autres produisent une contrac-

tion, tandis que pendant la vie leur action diffère essentiellement surtout relativement au tissu musculaire.

Dépouillons l'arrière-train d'une grenouille vivante, comme lorsqu'on la prépare d'après le procédé de Galvani; prenons deux éprouvettes placées l'une à côté de l'autre; dans l'une mettons de l'eau un peu alcaline, si nous voulons, de l'eau de Vichy; remplissons l'autre avec un peu d'eau acidulée ou du vinaigre; plaçons alors un des deux membres inférieurs de la grenouille dans le liquide acide et l'autre dans le liquide alcalin. Nous pourrons constater en moins d'une minute l'action différente de ces deux liquides sur la fibre musculaire douée encore d'excitabilité.

Les muscles en contact avec le liquide acide resteront sans aucun mouvement; ceux imprégnés de liquide alcalin seront à leur surface animés d'un mouvement fibrillaire très-marqué qui paraîtra se produire aussi en profondeur à mesure que l'imbibition du liquide alcalin gagnera les couches de moins en moins superficielles.

Rien de pareil n'a lieu sur les membranes non vivantes. Les alcalis un peu concentrés, les acides d'une certaine force font, les uns et les autres, contracter la membrane, ces derniers plus fortement que les premiers.

Un mélange d'une partie d'acide sulfurique et de trois parties d'eau détermine une forte contraction. Mais, si le réservoir est ensuite plongé dans de l'eau alcaline, la contraction diminue, la membrane se distend et le mercure prend une marche régressive.

Si le réservoir, après avoir baigné dans un liquide acide, est porté dans de l'eau contenant du carbonate de soude, on voit aussitôt la membrane couverte d'une foule de petites bulles d'acide carbonique qui en masquent la surface..

Les dissolutions de potasse caustique, si elles sont un peu concentrées, produisent un mouvement contractile assez prononcé. Certains gaz agissent sur la membrane du réservoir. Nous avons vu nos réservoirs se relâcher sous l'influence du gaz acide sulfhydrique, car le mercure reculait et tendait à descendre dans la tige.

Le gaz chlore est celui qui agit avec le plus d'énergie sur les

membranes : il les détruit et les contracte fortement avec une rapidité étonnante. Nous reviendrons sur son action à propos de nos expériences sur l'endosmose gazeuse.

Influence de l'électricité. — Cet agent, si puissant sur les tissus musculaire et nerveux, est sans aucune action sur les membranes non vivantes, même sur celles qui, par leur nature, sont aptes à manifester au plus haut degré le moindre mouvement qui peut se passer en elles.

Les courants électriques, continus ou interrompus, appliqués de différentes manières sur ces membranes humides ou sèches, ne nous ont donné que des résultats entièrement nuls; aussi n'insisterons-nous pas plus longtemps sur cette question.

En terminant cette partie de notre travail, rappelons les effets surprenants que produit l'humidité sur les animaux réviviscents tels que les rotifères, les anguillules et les tardigraves de l'ordre des Arachnides.

Dans ces organismes, quoique la vie semble disparaître sans retour, par leur dessiccation, cependant les mouvements et les autres fonctions qui caractérisent la vie reparaissent sous l'influence d'une goutte d'eau (1).

En somme, n'oublions pas que les tissus non vivants obéissent à des lois invariables : 1° ils se relâchent et se dilatent sous l'influence de l'humidité et de la chaleur ; 2° ils se contractent par l'action du froid et de la sécheresse.

Aussi, pour mettre en évidence, au maximum, ces deux mouvements si opposés et pour en faire une bonne démonstration, il faut faire agir deux à deux les agents qui les déterminent dans le même sens.

Dans le premier cas, on devra placer le réservoir dans l'air d'une éprouvette où l'on aura mis de l'eau chaude (40 degrés environ).

Dans le deuxième cas, on placera le réservoir dans l'air d'un tube à expérience au fond duquel on aura introduit une certaine quantité d'acide sulfurique. Le tube bien bouché sera ensuite placé dans de l'eau à 0 degré.

(1) *Dictionnaire* de E. Littré et Ch. Robin, p. 1314, art. RÉVIVISCENT.

Enfin, en plaçant rapidement le réservoir d'un hygromètre dans de l'air chaud et très-sec, le mercure devrait avoir une marche moins rapide que dans le cas où le froid et la sécheresse agissent simultanément. Mais les choses ne se passent pas ainsi, car le mercure, sous l'influence de sa dilatation par la chaleur et de l'action de la membrane qui se contracte par la sécheresse, s'avance dans le tube avec une grande vitesse.

Aussi, dans cette expérience, les effets de la dilatation de la membrane par la chaleur sont virtuels et masqués complétement par les deux autres actions que nous venons d'indiquer.

Pour bien faire cette dernière démonstration, il faudrait introduire le réservoir dans l'air d'un petit récipient au fond duquel se trouve un peu d'acide sulfurique, et le récipient, bien bouché, est soumis à un bain d'eau chaude à 40 degrés.

TROISIÈME PARTIE.

HYGROMÉTRIE.

CHAPITRE PREMIER.

État dynamique des tissus sous l'influence de l'eau.

D'après les études que nous venons de faire, et en tenant surtout compte de celles qui ont trait à l'hygrométrie, on doit reconnaître que les tissus non vivants présentent souvent deux états différents : l'un donnant lieu à des mouvements de nature mécanique et plutôt passifs qu'actifs; l'autre présentant une activité particulière.

Les mouvements du premier état sont ceux qu'on a constatés, jusqu'à présent, en observant les données des hygromètres formés d'un tissu organique quelconque; ils sont dus à la déperdition de l'eau qu'ils ont puisée dans l'atmosphère ou à l'absorption des vapeurs de ce liquide. Cette propriété a été mise à profit, comme on le sait, pour construire des hygroscopes et des hygromètres.

Le deuxième état de la substance organique, celui auquel nous attribuons un caractère dynamique, donne lieu à des mouvements

semblables aux précédents, mais ils sont plus intenses et ont plus de régularité ; ils dépendent de deux causes différentes : 1° celle que produit sur les tissus l'humidité de l'atmosphère ; 2° celle que détermine *l'humidité absolue*.

Quand les tissus, dans leurs manifestations hygrométriques, n'agiront qu'avec lenteur et irrégularité, nous les considérerons comme étant plus ou moins à l'état statique ; quand, au contraire, ils montreront une activité plus grande et qu'ils se mettront facilement en équilibre avec l'humidité de l'air, nous reconnaîtrons en eux l'état dynamique.

Nous verrons bientôt qu'il suffit de baigner les tissus directement dans l'eau pour développer en eux cette force nouvelle.

Entrons dans quelques détails sur ces états différents que peut présenter tour à tour la matière organique.

La contractilité et la dilatabilité physiques sous l'influence du froid et de la chaleur nous sont connues ; par conséquent, ne nous y arrêtons pas.

Nous allons bientôt nous occuper de la marche et des données des instruments hygrométriques. Mais avant d'aborder cette étude très-intéressante sous bien des rapports, nous devons étudier les deux états différents sous lesquels nous considérons la substance organique quand elle est appelée à manifester l'état hygrométrique de l'air.

Livré pendant longtemps à quelques études de la météorologie qui ont trait à l'humidité de l'air, nous avons construit de nombreux hygromètres à réservoirs de différente nature et dont les échelles étaient disposées dans des sens bien différents.

Nous voulions trouver un hygromètre à absorption, ne laissant rien à désirer, et dont les données fussent exemptes d'erreurs.

Il s'agissait par conséquent de faire de nombreuses observations sur ces différents instruments.

Aussi nous avons souvent observé, de notre laboratoire, à travers les vitres de la fenêtre, sept ou huit de nos hygromètres fonctionnant à l'air libre, en même temps que celui de Saussure, et chaque fois nous vérifions leurs données avec le précieux hygromètre condenseur de Regnault. Mais il serait bien diffi-

cile de dire combien nous avons eu de déceptions. Un jour, un de nos hygromètres fournissait de bonnes données; le lendemain il était en retard sur l'état hygrométrique de l'air, ou bien ses indications marquaient un état de sécheresse qui n'existait pas. Il fallait par conséquent déplacer à chaque instant les numéros de nos échelles.

D'où provenaient ces irrégularités de nos instruments, ainsi que celles de l'hygromètre à cheveu si bien constatées par l'illustre physicien Regnault? L'épaisseur, la résistance et l'élasticité de nos membranes n'y étaient pour rien, pas plus que la nature, la couleur et la grosseur du cheveu. Nous constations sur tous ces instruments une irrégularité incontestable, tenant à une cause que nous ignorions.

Le hasard, cependant, nous permit de découvrir la cause de ces variations. Un jour, en effet, par un temps très-sec, voyant un de nos hygromètres à sangsue que nous n'avions pas fait fonctionner depuis longtemps rester en retard de sept ou huit degrés par rapport à d'autres placés à côté de lui, et dont les données étaient assez satisfaisantes, nous eûmes l'idée de plonger son réservoir dans l'eau pour voir si le mercure arrivait bien à 100 degrés hygrométriques, ce qui eut lieu en effet.

Puis, le replaçant dans le même milieu où il était, c'est-à-dire à l'air libre, nous vîmes le mercure marcher avec rapidité, et au bout de sept à huit minutes il atteignit le degré hygrométrique des autres instruments et même marcha de un ou deux degrés plus loin qu'eux vers la sécheresse.

La cause de son retard était trouvée; nul doute que la membrane avait puisé dans son contact avec l'eau cette force, cet état dynamique dont l'absence l'empêchait de manifester le véritable état hygrométrique.

Cette expérience, nous l'avons répétée bien des fois avec des réservoirs de différentes espèces, et toujours elle nous a donné des résultats d'autant plus frappants que nous avions affaire à des hygromètres sommeillant depuis plus longtemps dans un lieu à l'abri des variations de l'humidité.

Si la matière organique de l'hygromètre se contracte au maxi-

mum sous l'influence de l'eau pour atteindre le degré de sécheresse auquel elle tend, comment se comporte-t-elle lorsqu'on ne lui a pas fait subir cette influence depuis longtemps? Voici ce que l'observation démontre dans cette condition-là :

Si, par exemple, vers cinq heures du soir, par une belle journée d'automne, quand l'humidité va en augmentant, on prend un hygromètre qu'on a laissé au repos pendant trois ou quatre semaines dans un milieu très-sec ; si on le place dans l'embrasure d'une fenêtre, à côté d'instruments de la même espèce, fonctionnant régulièrement, on constatera que cet hygromètre restera sensiblement en retard sur le véritable état d'humidité de l'atmosphère et qu'il accusera 5 ou 6 degrés en moins.

Il résulte donc de cette expérience, que nous avons répétée un nombre considérable de fois, que la substance organique laissée dans un milieu dont la sécheresse semble à peine varier perd une partie de sa contractilité et de sa faculté absorbante, et que, dans ces conditions-là, les hygromètres organiques fournissent des données qui sont en retard ou en avance sur le véritable degré hygrométrique de l'air.

Ces instruments, comme on le voit, sont en retard pour marquer la sécheresse; ils le sont aussi pour indiquer l'humidité quand elle va en augmentant.

Nous allons terminer cet exposé en citant une de nos observations.

Affaiblissement de l'état dynamique des tissus sous l'influence de la privation d'humidité pendant vingt jours.

24 octobre 1863. — Trois hygromètres, confinés dans un endroit sec pendant vingt jours, donnent les résultats suivants : deux d'entre eux, préalablement soumis au bain d'eau, atteignent à l'air libre 46 degrés hygrométriques ; le troisième, qui n'a pas subi l'influence de l'eau, marque 46 degrés. L'hygromètre de Saussure, renfermé dans sa boîte depuis vingt jours, marque à l'air libre 66 degrés centésimaux, c'est-à-dire 47 degrés hygrométriques. Nous le plaçons ensuite, pendant une demi-heure, sous une cloche contenant de l'air saturé d'humidité ; l'aiguille arrive

tout près de 100 degrés. Nous le soumettons de nouveau à l'influence de l'air libre ; l'aiguille marque 62 degrés centésimaux, c'est-à-dire 40 hygrométriques.

Pendant la durée de cette expérience, l'état d'humidité de l'atmosphère a été à peu près invariable.

On voit, par la manière dont a marché l'aiguille de Saussure, la première et la seconde fois, que cet instrument a obéi aussi aux influences que cause la sécheresse prolongée pendant un certain temps, et que le défaut d'humidité pendant vingt jours a déterminé de fausses données.

En résumé, nous voyons que ce laps de temps de vingt jours a produit un écart de 5 à 6 degrés de sécheresse en moins sur le véritable état hygrométrique de l'air.

On arrivera à des résultats encore plus évidents si l'on opère avec un osmopneumètre, instrument dont le réservoir est rempli d'air et de mercure. Il faudra qu'il n'ait pas fonctionné depuis longtemps et qu'il ait été soumis à l'action de la sécheresse.

On devra alors, par un temps très-sec, l'exposer à l'air libre. La membrane se contractera sous cette influence et le mercure s'arrêtera plus ou moins loin dans le tube.

Si, ensuite, on vient à mouiller le réservoir et qu'on le soumette de nouveau à l'action de l'atmosphère, le mercure sera sollicité par la membrane possédant alors l'état dynamique et celle-ci ne trouvant, comme auparavant, presque aucun obstacle à sa contraction, le métal sera par conséquent chassé bien au delà du point où il s'était arrêté précédemment. Cette différence se verra sur l'échelle de l'osmopneumètre dans une étendue proportionnellement bien plus considérable que celle qu'on voit sur l'échelle de l'hygromètre, parce que la contraction de la membrane de ce dernier est entravée, jusqu'à un certain point, par la présence du mercure qui occupe toute la cavité du réservoir.

Que conclure de ces expériences faites avec de nombreux hygromètres à réservoir, ainsi qu'avec celui à cheveu, et dont les données ont été contrôlées avec l'hygromètre condenseur de Regnault, si ce n'est que les résultats obtenus ne peuvent pas être douteux, et que, par conséquent, la matière organique,

abandonnée à elle-même, tombe dans une espèce d'état statique, d'inertie, dont elle sort facilement sous l'influence de l'eau?

Ce liquide produit un état dynamique qui lui permet de bien se mettre en équilibre avec les différentes fractions de l'humidité de l'atmosphère, dans toute l'étendue de l'échelle. La connaissance de ces propriétés, dont le physicien et le météorologue devront bien tenir compte, fera obtenir, avec les hygromètres à absorption, des indications beaucoup plus exactes.

On peut maintenant s'expliquer les fausses données des hygromètres que tous les observateurs ont constatées si souvent.

En terminant, nous devons dire que les instruments dont il s'agit, exposés à l'air libre pendant longtemps, subissent, comme on le sait, des influences très-variées, suivant l'état de l'atmosphère. Tantôt ils sont sous l'action de l'humidité ou tantôt sous celle de la sécheresse; ils éprouvent ainsi des alternatives qui réveillent en eux, à des degrés très-divers, mais toujours insuffisants, cette force dynamique qu'on obtient avec tant de facilité et de promptitude par l'immersion du tissu dans l'eau.

Nul doute que ces instruments, abandonnés à eux-mêmes, ne doivent fournir des données assez exactes, après avoir subi l'influence de l'air humide quand il pleut et du brouillard.

CHAPITRE II.

Manière de faire bien fonctionner les hygromètres.

Nous arrivons maintenant à quelques applications pratiques de ces instruments à l'hygrométrie.

Mais, avant d'entrer directement dans notre sujet, exposons en quelques mots les conditions nécessaires pour faire de bonnes observations hygrométriques.

Avant tout, il faut qu'aucun corps humide ne soit placé près de ces instruments.

On les met sur une petite table allongée qui occupe toute l'étendue de l'embrasure d'une fenêtre. Celle-ci étant fermée, c'est à travers les vitres qu'on examinera les données hygrométriques. De cette manière, la présence de l'observateur et le mi-

lieu où il se trouve ne pourront pas influencer la marche de ces instruments, on ne devra pas les suspendre aux pièces de boiserie qui garnissent la fenêtre, car, dans certains cas, l'humidité du bois nuirait à l'observation.

On aura ainsi un petit observatoire très-commode qui, pour être complet, devra être muni de persiennes, afin d'empêcher la pluie et les rayons du soleil de venir troubler la marche des instruments.

Enfin, comme il est indispensable de vérifier l'exactitude de leurs données, on devra placer à côté d'eux l'hygromètre condenseur de Regnault.

Il est nécessaire de faire fonctionner ce condenseur sans ouvrir la fenêtre. Pour cela, on pratiquera un petit trou dans son châssis, et, par cette petite ouverture, on fera passer un tube en caoutchouc qui se continuera avec un tube de verre dont l'extrémité inférieure arrivera presque au fond du dé qui contient l'éther sulfurique. L'observateur, en soufflant doucement dans le tube en caoutchouc, causera un refroidissement par l'évaporation de l'éther, et il verra apparaître sur le dé un dépôt de rosée. En agissant ainsi, on pourra se dispenser de l'emploi de l'aspirateur.

C'est ce procédé que nous avons toujours employé pour obtenir l'état hygrométrique vrai de l'atmosphère, afin de graduer nos instruments.

Il semblerait qu'il n'y ait plus rien à dire sur cette partie de la physique quand on a pris connaissance du travail remarquable de Regnault sur l'hygrométrie. Mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce n'est pas à la grosseur ni à la couleur ni à la tension du cheveu qu'on doit s'attacher pour qu'un hygromètre de Saussure fournisse des données exactes; c'est plutôt aux conditions particulières dans lesquelles il doit se trouver qu'il faut faire appel, si l'on veut arriver à obtenir de bons résultats.

Si l'hygromètre à cheveu est un instrument des plus précieux par sa marche rapide, d'autre part il laisse à désirer par son échelle trop peu étendue et dont les degrés sont si rapprochés qu'on ne peut pas noter les fractions de chacun d'eux.

Nos réservoirs organiques, avec leurs longues échelles dont quelques-unes peuvent atteindre près de 2 mètres, nous donnent le moyen d'apprécier facilement un dixième de degré hygrométrique. Ils nous permettent de constater certains phénomènes météorologiques qui peuvent intéresser l'observateur.

Quand le temps est variable, si l'orage menace à l'horizon et si le vent est violent, des colonnes d'air plus ou moins humides seront poussées dans de certaines directions. Le réservoir qui subira leur influence décèlera avec évidence ce qui se passe dans l'atmosphère au point de vue hygrométrique. Le mercure se portera plus ou moins vite vers des degrés de plus en plus humides; l'extrémité de sa colonne pourra osciller plusieurs fois dans l'espace d'une minute, sa marche sera hésitante, et l'on déduira de ces variations que la membrane est soumise tour à tour à des états hygrométriques différents.

Ces mouvements irréguliers sont les indices certains d'un temps très-orageux et dont les effets ne vont pas tarder à se manifester.

Tous ces détails ne peuvent être constatés avec l'aiguille mue par le cheveu, car l'hygromètre de Saussure a ses divisions bien peu distantes les unes des autres.

Tous ces hygromètres, abandonnés à eux-mêmes, fourniront au bout d'un certain temps des données inexactes. Nous en connaissons maintenant la cause ainsi que le moyen d'y remédier.

On devra donc, pour se prémunir contre les erreurs inhérentes à ces instruments, ne les faire fonctionner qu'après avoir mis leurs tissus à l'état dynamique.

Pour nos réservoirs, un bain d'eau froide par jour est suffisant quand le temps est humide. Par un temps de sécheresse, deux sont nécessaires. La durée de chaque bain sera d'une minute. Quant à l'hygromètre de Saussure, on devra le placer une ou deux fois par jour, pendant une demi-heure chaque fois, sous une cloche dont l'air sera saturé d'humidité, ou mouiller le cheveu directement avec un petit pinceau imbibé d'eau, mais ce moyen ne vaut pas le premier.

Nos instruments ont des réservoirs très-fragiles, ils sont plus

difficiles à transporter que ceux de Saussure. Cependant celui qui est représenté planche IV, figure 2, se place facilement dans une boîte disposée exprès pour lui; il est ainsi très-transportable; pour que le mercure ne s'en échappe pas, on devra boucher l'extrémité évasée du tube avec une portion d'épingle à insecte, mais pas d'une manière absolue, de façon que l'air du tube puisse passer mais non le mercure.

La forme des échelles peut varier de bien des manières.

Ces instruments, si délicats en apparence, durent plus longtemps que, *à priori*, on ne serait porté à le supposer. Nous en avons qui sont construits depuis quatre ou cinq ans, et qui n'ont paru perdre aucune de leurs propriétés. Ils semblent aussi impressionnables que le jour où ils ont été faits.

Mais pourrait-on en dire autant de l'invariabilité de leurs données? Nous ne le pensons pas.

Après un certain temps de service, — et ce que nous venons d'avancer s'applique également au cheveu, — la capacité du réservoir semble un peu augmenter et le cheveu s'allonger. Par suite, le degré 100 dépasse la dernière division de l'échelle et tend à se rapprocher un peu du réservoir; d'autre part, le mercure aussi bien que l'aiguille de l'hygromètre de Saussure, sous l'influence de la sécheresse extrême, s'arrêtent au 3e ou 4e degré hygrométrique et ne peuvent plus atteindre le 0^m. Dans ce cas, quand on a constaté cet état de choses aux deux extrémités de l'échelle, on comprend qu'il faut y remédier, et cela est facile, car une petite ligature placée immédiatement au-dessous de celle du col du réservoir fait remonter facilement le mercure à la hauteur convenable. Ces hygromètres résistent mieux avec une vésicule biliaire qu'avec la fibreuse gastrique; mais les premiers marchent plus lentement que les autres. Pour atteindre, par exemple, le 35e degré hygrométrique, il faudra à la vésicule à peu près 25 minutes et au réservoir gastrique 15 seulement.

Ces hygromètres peuvent servir à d'autres usages qu'à l'hygrométrie : ainsi, dans quelques cas de mort apparente, on a pu constater un reste de vie par un dépôt de vapeur d'eau sur une glace placée sous les narines; à plus forte raison, un réservoir

gastrique dans la même situation donnera des résultats très-évidents par les mouvements mercuriels qui se produiront si la respiration n'a pas cessé complétement.

Si dans l'état de santé nous plaçons, par exemple, le réservoir de l'hygromètre 2, planche IV, au niveau de l'ouverture des narines, on verra le mercure osciller dans une grande étendue par le fait de l'acte respiratoire.

Le même instrument, transportable comme il l'est, mis à l'état dynamique, pourra, dans des ascensions aérostatiques, être observé avec plus de facilité que celui de Saussure et fournir des indications plus complètes.

Enfin, si on le place dans une petite cloche en verre, de la même manière que l'osmopneumètre de la figure 2, planche VII, on pourra appliquer ce petit appareil sur différentes parties du corps et constater ainsi que la perspiration cutanée varie d'une surface à l'autre comme nous allons bientôt le démontrer (pl. VII, fig. 3).

Souvent nous avons vu, par les données de cet instrument, que la paume de la main sature très-promptement d'humidité l'air contenu dans la petite cloche.

Dans les observations météorologiques, on doit tenir compte de la dilatabilité du mercure. Si l'on opère à 0 degré ou à 25° centigr., l'état hygrométrique étant le même, on aura dans le dernier cas une donnée qui n'atteindra pas nécessairement la véritable humidité de l'atmosphère, à cause de la dilatation du mercure.

D'après nos calculs, et en tenant compte de la température approximative de 15° centigrades à laquelle, de préférence, nous graduons nos instruments, on devra retrancher un degré hygrométrique pour 10 degrés de chaleur au-dessus de 15 degrés, et ajouter un degré hygrométrique quand on constatera une température de 5 ou 6 degrés au-dessus de zéro.

DIAPNOMÉTRIE.

A cette étude toute particulière et toute nouvelle de la transpi-

ration de la peau par l'hygromètre gastrique, nous proposons de donner le nom de *diapnométrie* (de διαπνοια, transpiration, et μετρον, mesure). Cette fonction devra être observée dans l'état de santé et de maladie.

Comme nous avons pu le voir dans plusieurs expériences, la diapnométrie physiologique donnera des résultats bien inattendus au point de vue de la force plus ou moins grande de la perspiration cutanée observée sur différentes parties du tégument extérieur.

La diapnométrie pathologique, applicable à bien des maladies, donnera, sans aucun doute au clinicien l'occasion de constater des variations nombreuses dans la sécrétion cutanée, soit en plus, soit en moins, relativement à ce qui se passe lorsque toutes les fonctions du corps s'accomplissent normalement.

Le petit appareil destiné à cette étude s'appelle diapnomètre (pl. VII, fig. 3).

Il peut devenir, entre les mains du médecin, d'une utilité peut-être aussi grande que le thermomètre appliqué à la détermination des différentes températures que le corps présente sous l'influence de tel ou tel état maladif.

Dans l'étude des états morbides, toutes les grandes fonctions doivent être interrogées avec les instruments de précision que la physique peut fournir au praticien.

C'est ainsi que deviendront de plus en plus sûrs le diagnostic et le pronostic, et le traitement, ainsi basé sur des données certaines, sera moins empirique.

Pour bien faire ces observations et pour les rendre comparables entre elles, il faut nécessairement que tous les diapnomètres soient construits de la même manière.

Le récipient en verre dont nous nous servons a la forme d'une petite cloche; ses dimensions sont : 1° hauteur, $0^{m}052$; 2° diamètre de la base, $0^{m}032$; 3° diamètre de la tubulure, $0^{m}026$.

Un récipient plus spacieux ralentirait l'expérience plutôt qu'il ne la faciliterait.

Le bouchon en caoutchouc destiné à fermer la tubulure doit être canaliculé au centre et coupé de haut en bas (*sb*) dans toute

l'étendue d'un de ses rayons, afin que, par cette solution de continuité, on puisse placer convenablement la tige de l'hygromètre, comme on le voit dans la planche VII, fig. 3.

L'échelle pourra n'être graduée que de 30 à 100 degrés hygrométriques, car on a bien rarement l'occasion de faire ces observations dans un milieu dont l'humidité est moindre que 30 degrés hygrométriques, et les exceptions en sont bien rares (1).

Pour que cette étude ne laisse rien à désirer, il sera très-important de noter en même temps la température du corps, le nombre des battements du pouls, l'état de vacuité ou de plénitude de l'estomac, et d'indiquer si les différentes parties de la peau qu'on observe ont été préalablement soumises au contact de l'air, à la chaleur provoquée par une plus ou moins grande quantité d'objets de literie, etc.

L'hygromètre devra être mis tous les matins à l'état dynamique; on attendra, pour le faire fonctionner, qu'il soit en équilibre avec l'air atmosphérique ambiant.

Chaque observation devra durer trois minutes. En commençant on notera le degré hygrométrique, et, au bout de trois minutes, celui qu'on aura obtenu sous l'influence de la perspiration cutanée. Après chaque observation, on retirera le réservoir de son récipient, on l'exposera à l'air ambiant pendant un quart d'heure pour qu'il ait le temps de revenir à son premier état de chaleur et de sécheresse, puis on pourra s'en servir de nouveau.

Après l'expérience, il se produit un fait particulier que nous devons noter. Sous l'influence de la chaleur du tissu cutané sur lequel on expérimente et, d'autre part, de la main qui tient l'appareil, l'air du récipient acquiert une température plus élevée que celle de l'air du milieu où l'on se trouve; dans ces conditions là, retiré de son récipient, le réservoir passe d'un milieu plus chaud dans un milieu plus froid, et la contraction physique ayant lieu immédiatement sous cette influence, on voit l'hygromètre marquer, mais seulement pendant deux ou trois minutes, un

(1) Le 5 août 1864, à quatre heures du soir, la température étant à 30 degrés, nous avons constaté une grande sécheresse avec l'hygromètre de Regnault, car l'état hygrométrique de l'atmosphère n'atteignait pas plus de 23 degrés.

degré d'humidité moins grand que celui qu'on avait noté au commencement de l'expérience.

Voici une observation prise pendant un léger accès de fièvre intermittente : L'hygromètre étant à 58 degrés hygrométriques, sous l'influence de la perspiration cutanée de la paume de la main, nous avons vu, au bout de trois minutes, cet instrument indiquer 90 degrés hygrométriques. Pendant ce court espace de temps, la petite atmosphère du récipient gagna 32 degrés en plus d'humidité, et la température augmenta de 6 degrés.

A l'état de santé, la constatation de la perspiration cutanée, faite dans la même région, chez deux individus bien portants, est loin de donner les mêmes résultats, comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant.

On remarque aussi de grandes variations d'exhalation cutanée quand ces sortes d'expériences sont faites sur la même personne, de région en région.

Ainsi, dans deux séries d'observations diapnométriques prises successivement sur deux adultes bien portants, le premier adonné à des travaux intellectuels et le second à des travaux corporels, nous avons obtenu, en trois minutes, pour chaque examen, les résultats suivants :

1° A la paume de la main...	1er sujet d'observation........	13^{m}.
	2e —	38^{m}.
2° A l'avant-bras..........	1er —	1^{m}.
	2e —	3^{m}.
3° A la cuisse............	1er —	1^{m}.
	2e —	5^{m}.
4° Au front..............	1er —	7^{m}.
	2e —	8^{m}.
5° A la nuque............	1er —	3^{m}.
	2e —	7^{m}.

Ces différences doivent dépendre bien probablement de la circulation du sang, de l'élévation plus ou moins grande de la température de l'air du récipient, du nombre des glandes sudoripares, de l'abondance ou de la rareté des vaisseaux capillaires du réseau vasculaire de la peau, de l'influence indirecte du système nerveux, etc.

QUATRIÈME PARTIE

DE L'OSMOPNEUMÈTRE

(De ωσμοσ, impulsion ; πνευμα, souffle ; μετρον, mesure.)

DE L'ENDOSMOSE DES GAZ ET DES VAPEURS.

Construction de cet instrument

Si l'on consulte la figure 2 de la planche VII, on voit tout de suite que cet instrument a de très-grandes ressemblances avec le synelcomètre. Il suffit, en effet, pour avoir l'instrument en question : 1° de donner plus de longueur à la tige du synelcomètre, afin qu'elle arrive à peu près à 2 millimètres de distance du fond du réservoir ; 2° de remplir la membrane de mercure et d'air dans de certaines proportions.

Passons en revue les différentes parties qui entrent dans sa composition et indiquons les dimensions et la forme qu'elles doivent avoir.

Un réservoir spacieux, provenant par conséquent d'une forte grenouille, est indispensable. L'excès de capacité du réservoir est toujours utile ; un état contraire peut nuire aux expériences. Les diamètres de ces réservoirs sont ordinairement de 5 centimètres de hauteur et 2 centimètres de largeur. La ligature devra être portée aussi haut que possible sur la membrane et même sur la partie supérieure de l'œsophage. Cette portion du tube digestif, chez la grenouille, se continue avec l'estomac sans ligne de démarcation bien appréciable et peut concourir à former une partie du réservoir (pl. III, fig. 4, *œ*).

Le manchon en caoutchouc qu'on a fait glisser sur la tige doit être à une certaine hauteur (pl. V, fig. 3, *l*) et bien lié sur le tube avec un fil de soie ciré. Il faut que l'extrémité du tube touche presque le fond du réservoir. Pour arriver à ce résultat, on devra faire une ligature provisoire et insuffler la membrane d'air, pour s'assurer qu'elle ne se trouve placée ni trop haut ni trop bas.

Il ne faut pas cependant que la ligature soit trop rapprochée de l'échelle, car il n'y aurait plus assez d'espace pour placer le bouchon que la partie supérieure de la tige doit traverser (pl. VII, fig. 1 et 2). Cette partie du tube doit mesurer approximativement 6 à 7 centimètres. Nous donnons à l'échelle une direction horizontale et sa forme sera celle d'une volute arrondie et régulière (pl. VII, fig. 2) ou ayant des branches coudées et parallèles (pl. V, fig. 2). Le tube, comme celui du synelcomètre, sera divisé en parties d'égales capacités ; chaque division doit contenir 1 gramme de mercure. Comme parties accessoires, on adaptera à l'extrémité supérieure un petit tube d'ajutage en caoutchouc, et un support soutiendra convenablement cet instrument (pl. V, fig. 3).

En suivant ces indications, on aura un osmopneumètre qui, après avoir été chargé de gaz et de mercure, fonctionnera avec la plus grande facilité.

Pour calculer les résultats de chaque expérience et les rendre comparables, il faut absolument connaître la quantité de gaz qu'on devra mettre chaque fois en expérience ; autrement dit, il faut posséder une unité de mesure qui sera applicable à tous les gaz que l'on confinera dans le réservoir.

Nous avons toujours pris pour mesure de capacité le volume qu'occupent 10 grammes de mercure, ce qui équivaut à peu près aux 7/10 d'un centimètre cube d'eau.

On pourrait, pour avoir un rapport plus direct avec nos mesures de capacité, prendre le volume de 13gr 60 de mercure, qui équivaut au volume d'un centimètre cube d'eau.

Nous devons dire tout de suite que la quantité de mercure que contient le réservoir n'a qu'une importance très-secondaire. Le volume du métal n'a aucun rapport avec la mesure exacte des corps gazeux qu'on introduit dans la membrane. Il sert seulement à remplir la partie du réservoir qui n'est pas occupée par le gaz ; il sera déplacé plus ou moins à mesure que les gaz qui s'endosmosent pénétreront dans l'intérieur de la membrane, et il sera chassé dans le tube par la pression gazeuse qu'il subira.

Quand on expérimentera avec des gaz qui ont une force d'endosmose considérable, comme l'acide carbonique, par exemple,

on devra toujours avoir des réservoirs pouvant contenir 40, 50 et même 60 grammes de mercure.

Si l'on opère sur des gaz dont le pouvoir endosmotique est faible, on se servira de réservoirs d'une moyenne grandeur.

Pour charger un osmopneumètre convenablement, il faut d'abord remplir de mercure : 1° le réservoir ; 2° la tige ; 3° le tube jusqu'à sa deuxième division. C'est là qu'on placera le degré 0 de l'échelle ; chaque degré ou division qui lui fait suite contient, comme nous l'avons dit, un gramme de mercure. Au moment de ce remplissage, la membrane devra être bien imbibée d'eau. Quand on arrivera au moment de confiner dans la membrane la dose de gaz que nous avons prise pour unité de mesure, on donnera à l'instrument une position oblique et l'on pressera doucement le réservoir jusqu'à ce qu'on ait chassé hors du tube 10 grammes de mercure. La membrane privée d'une partie de son contenu s'affaissera un peu et présentera nécessairement moins de volume.

Pour l'introduction des gaz autres que l'air dans la membrane, on peut se servir indifféremment d'une vessie en baudruche ou d'un sac en caoutchouc ; la bouteille d'Itard qu'on emploie pour les maladies d'oreilles est un instrument très-commode pour l'injection de l'air.

Ces instruments à injections gazeuses devront être munis d'une canule dont l'extrémité sera introduite dans le tube d'ajutage en caoutchouc (pl. V, fig, 3, *t*, *a*).

Il faut que l'injection des gaz que l'on veut faire pénétrer dans le réservoir se fasse avec quelques précautions. Ces fluides seront poussés par petites fractions. L'impulsion devra être modérée et légèrement saccadée ; en outre, si l'on se sert d'une petite bouteille en caoutchouc, la pression qu'on exercera sur elle devra cesser lentement.

Cette opération, en définitive, n'a rien de difficile.

Sous l'influence de chacune de ces petites injections, on verra le gaz déprimer le mercure contenu dans le tube, puis franchir l'extrémité inférieure de la tige et gagner enfin les parties supérieures du réservoir.

Par l'arrivée successive de ces bulles gazeuses, le réservoir se

distendra et sa cavité sera bientôt remplie entièrement par le gaz et le mercure.

Mais on ne s'en tiendra pas à ce degré d'injection. Il faut que le gaz soit un peu comprimé et que son élasticité fasse équilibre au poids du mercure contenu dans la tige, c'est-à-dire à une colonne d'environ 3 centimètres.

C'est pour arriver à ce but qu'on injectera encore une certaine quantité d'air ou de gaz jusqu'au moment où l'on constatera l'arrivée du mercure dans la tige au point où il était précédemment; nous voulons dire au degré 0 de l'échelle (pl. V, fig. 3).

Pendant tout le temps de cette opération, la membrane sera toujours tenue humide.

D'après nos calculs, la pression que subit le gaz dans nos réservoirs lui fait éprouver une diminution de volume qui ne dépasse pas 1/50 de celui qu'il aurait sous la pression de l'atmosphère.

L'osmopneumètre, dans l'état où nous l'avons laissé, est tout prêt à entrer en fonctions; il n'y a plus qu'à placer le réservoir dans un récipient, ce dernier peut consister en une petite cloche ou un petit flacon ayant à sa partie supérieure une ouverture suffisante pour laisser passer le réservoir et pour recevoir le bouchon en caoutchouc que la tige traverse (pl. VI, fig. 1 et 2).

Quand on opère avec la cuve à l'eau, on plonge dans ce liquide le réservoir de l'instrument et la petite cloche (fig. 2); à ce moment, on introduit le bouchon dans la tubulure du récipient. On place ensuite l'appareil sur la tablette de la cuve. Ce n'est qu'alors qu'on injecte l'air ou le gaz dans le réservoir membraneux de l'osmopneumètre.

Enfin, on fait arriver par le tube adducteur *t u a* le gaz que l'on veut faire endosmoser. Ce fluide prend la place de l'eau qui était enfermée dans le récipient en verre et, immédiatement, le mercure, par sa marche plus ou moins rapide, indique le phénomène de l'endosmose.

On peut, suivant les circonstances, modifier un peu cette disposition.

Si l'on a affaire à des gaz très-avides d'eau, on pourra se servir de la cuve à mercure ou bien encore la membrane sera placée

dans un petit flacon muni inférieurement d'une tubulure à laquelle on adapte le tube conduisant le gaz qui va s'endosmoser (pl. VII, fig. 1).

Le bouchon qui fermera l'ouverture supérieure de ce flacon aura, sur un des côtés, une petite cannelure verticale qui laissera échapper du récipient le gaz en excès (*c*).

Dans certains cas, nous avons donné à notre réservoir un récipient consistant en une poche de caoutchouc.

Enfin, un simple flacon à large goulot servira à l'endosmose des vapeurs provenant des liquides volatils. On pourra, suivant la quantité de liquide que contiendra le flacon, y plonger le réservoir, ou l'exposer seulement à la vapeur qui saturera l'air qui y sera confiné.

En terminant, nous devons dire que si le gaz que l'on veut introduire dans le réservoir n'est pas de l'air atmosphérique, on devra avoir bien soin de chasser la petite quantité de ce dernier fluide qui est contenue dans le tube de l'échelle, en faisant arriver le mercure jusque dans le tube d'ajutage. En agissant ainsi, le gaz qu'on introduit dans le réservoir est sans mélange.

Endosmomètre pour les liquides. — La membrane fibreuse de l'estomac peut servir aussi à la construction d'un endosmomètre pour les liquides et qui agira comme celui de Saussure.

Pour le faire, on dispose la membrane comme pour la filtration (pl. IV, fig. 1); mais au lieu d'employer un tube de verre pour la fixer, on se servira d'une virolle métallique sur laquelle on aura adapté un petit manchon de caoutchouc. C'est sur lui qu'on fixera la membrane; le tube sera celui du synelcomètre avec ses divisions; le diamètre intérieur sera au moins de 3 millimètres, l'extrémité inférieure de la tige traversera un petit bouchon que l'on fixera dans l'anneau métallique. Enfin, avant d'adapter le réservoir à la tige, il faudra le remplir du liquide vers lequel devra se faire l'endosmose. A l'aide des divisions de l'échelle, on pourra calculer la force, la vitesse et la durée de ce phénomène.

D'après tous les détails dans lesquels nous sommes entré à propos de la construction de l'osmopneumètre, on comprend par quel mécanisme il devra fonctionner.

On voit que deux forces agiront sur le mercure : l'une provenant de l'élasticité des gaz contenus dans le réservoir; l'autre provenant du gaz qui s'endosmose ; ces deux forces réunies presseront la surface de ce métal qui, ne trouvant d'autre issue que l'ouverture de la tige, sera forcé de suivre cette voie. On comprend que si l'endosmose est forte et qu'elle dure un certain temps, le mercure contenu dans le réservoir et dans le tube pourra être entièrement expulsé de l'appareil. Cet inconvénient n'a pas lieu ordinairement quand on a affaire à de grands réservoirs.

Si l'endosmose est modérée ou très-faible, le mercure pourra n'occuper que plusieurs divisions ou une partie d'une d'elles.

Si ce métal est poussé hors du tube par la tension gazeuse, on aura soin de le recueillir et de le peser après l'expérience afin de calculer le degré de force de l'endosmose.

10 grammes de mercure déplacés, c'est-à-dire 10 degrés, équivaudront à une endosmose égale à l'unité de mesure, c'est-à-dire aux 7/10 d'un centimètre cube d'air.

On notera le temps que met le mercure à parcourir chaque division de l'échelle ; mais si la rapidité de sa marche est très-grande, cette observation pourra porter sur 5 ou 6 degrés à la fois.

On obtiendra ainsi la force, la vitesse et la durée de l'endosmose.

Quand l'air ou le gaz enfermés dans le réservoir auront été saturés par le gaz contenu dans le récipient, on verra le mercure s'arrêter et rester immobile pendant quelques minutes.

A ce moment, au point de vue de l'endosmose seule, l'expérience est terminée.

Mais l'observation ne doit pas cesser ; car, si on laisse les choses en place, ou, mieux encore, si l'on retire le réservoir du milieu où il était pour le placer dans l'air atmosphérique, il se produira un courant en sens inverse.

Dans le premier cas, le mercure revient sur ses pas avec une grande lenteur ; dans le second, cette marche régressive est quelquefois très rapide et le métal arrive bien vite au degré 0 hygro-

métrique ; il le dépasse même quelquefois, pour descendre plus ou moins bas dans la tige.

On doit tenir compte de cette deuxième phase de l'expérience, car il s'est produit une exosmose du gaz qui avait pénétré dans le réservoir. Dans ce courant de sortie, il peut bien se faire qu'une partie du gaz mis dans le réservoir pour l'expérience soit entraîné en petite quantité avec celui qu'on a endosmosé. Dans quel état de mélange se trouvent les gaz qui restent dans le réservoir membraneux après que l'expérience est entièrement terminée? Nous ne pouvons pas dire ce qui en est.

C'est une lacune que nous devons signaler, et c'est aux chimistes, qui ont l'habitude d'analyser les gaz, qu'appartient cette étude. Notre manque d'expérience à cet égard ne nous a pas permis d'éclairer cette question.

En résumé, on voit que le mercure, dans l'osmopneumètre, remplit le rôle d'une espèce de balance. La surface de la colonne de ce métal qui est dans le tube supporte le poids de l'atmosphère et, sous cette influence, tend à descendre dans le réservoir.

Mais, d'un autre côté, la surface du mercure qui est dans le fond du réservoir supporte la pression gazeuse et tend par conséquent à monter dans le tube.

Quand une de ces forces prédominera sur une de ces deux surfaces, on verra le mercure reculer ou avancer dans le tube.

Notons enfin que la même membrane peut servir à plusieurs expériences d'endosmose avec des gaz de différentes espèces, à moins qu'on n'ait affaire à ceux qui agissent chimiquement et altèrent profondément les tissus.

Nous devons maintenant indiquer les résultats qu'on peut demander à une bonne expérience d'endosmose et voir les différentes phases qu'elle présente.

Le physicien, le chimiste et le physiologiste ne doivent pas s'en tenir seulement à la connaissance du mélange des gaz entre eux et de leur diffusion lorsque rien ne les sépare. Il est important aussi de les étudier dans les conditions où on les rencontre dans l'organisme, c'est-à-dire séparés les uns des autres par une membrane, et de voir, dans cet état de choses, leur affinité réciproque

et la force d'attraction qu'ils possèdent les uns par rapport aux autres.

A l'aide de l'osmopneumètre, il sera facile de connaître quels sont les gaz qui ont une forte puissance d'attraction et quelles sont les lois qui les régissent à ce point de vue.

En résumé, ce que nous venons d'exposer d'une manière générale sur l'endosmose des gaz et des vapeurs, nous conduit à étudier deux phases différentes dans chaque expérience.

La première comprend : 1° la force de l'endosmose, 2° sa vitesse, 3° sa durée.

La seconde phase, où l'on voit le mercure, par sa marche régressive, indiquer que le courant gazeux marche du réservoir membraneux vers le gaz du récipient, ou vers l'air atmosphérique, se nommera exosmose terminale ou courant de sortie.

Il faut, dans la dernière période d'une expérience osmotique, observer ce qui se passe :

1° Lorsqu'on laisse le réservoir dans les conditions où il était pendant l'expérience, c'est-à-dire placé dans le gaz de la petite cloche ;

2° Lorsqu'on l'expose à l'air libre. Dans ce cas, on devra noter avec soin la vitesse et la durée de cette exosmose de sortie. On verra, en consultant notre tableau d'endosmoses, que quelquefois le courant de sortie n'a pas été observé pendant toute sa durée ou qu'il n'en a pas été fait mention.

Dire le nombre des endosmoses que nous avons faites serait bien difficile. Souvent, nous avons dû répéter plusieurs fois la même expérience, quand des causes accidentelles venaient les entraver ou les modifier.

Nous n'avons recueilli que celles qui ont paru se faire régulièrement et dans des conditions convenables; et c'est seulement la moyenne des résultats de nos bonnes expériences que nous allons indiquer dans un tableau particulier.

Après avoir ainsi exposé très-succinctement les résultats les plus importants de nos endosmoses, nous en étudierons en particulier quelques-unes qui méritent quelques détails.

Comme on le verra, nous n'avons expérimenté que sur un cer-

tain nombre de gaz ; il y a encore bien d'autres expériences à faire pour compléter cette partie de notre travail.

Nous avons nous-même préparé nos gaz en employant les procédés que l'on suit ordinairement. Peut-être n'ont-ils pas été toujours obtenus tout à fait purs. Mais ces expériences, faciles à reproduire, pourront être vérifiées et rectifiées au besoin, en opérant dans des conditions meilleures que celles où nous nous sommes trouvé.

Nous allons indiquer l'ordre dans lequel nous rangerons ces expériences.

On doit, avant tout, placer en première ligne les gaz qui exercent des attractions sur une grande quantité de corps de même nature qu'eux.

Ce n'est donc pas à la force endosmotique, autrement dit à l'équivalent endosmotique, que nous ferons appel, en premier lieu, pour cette classification, mais à la faculté que possèdent certains gaz d'avoir une supériorité attractive sur un grand nombre d'autres fluides gazeux ou volatils.

Plaçons tout à fait en première ligne le gaz azote, puis viendront après lui l'oxygène, l'air atmosphérique et l'hydrogène

Après cette première étude, nous nous occuperons immédiatement des autres gaz remarquables par leur affinité et leur force endosmotique.

Les résultats des principales expériences d'endosmoses que nous venons d'exposer dans ce tableau doivent être étudiés d'une manière générale et particulière.

Un examen rapide montre tout de suite la différence d'affinité des gaz les uns par rapport aux autres.

Il en est qui sont pour ainsi dire des centres d'attraction et qui attirent à eux, à travers les membranes, les molécules gazeuses qui se trouvent dans leur sphère d'action, absolument comme le font les aimants sur la limaille de fer, au travers d'une feuille de papier.

Certains gaz possèdent cette force attractive à un très-haut degré; d'autres, au contraire, ont une force d'affinité plus ou moins grande que l'on constate par leur courant endosmotique.

Tableau indiquant la force, la vitesse et la durée d'endosmoses de gaz et de vapeurs.

EXPÉRIENCES.	ENDOSMOSES. Courants d'entrée. GAZ MIS EN EXPÉRIENCE.			ENDOSMOSES. RÉSULTATS.			EXOSMOSES. Courants de sortie vers l'air atmosphérique. RÉSULTATS.		
	Milieu extérieur. Gaz du récipient.	Direction du courant.	Milieu intérieur. Gaz du réservoir.	Force ou degrés.	Vitesse.	Durée.	Force ou degrés.	Vitesse.	Durée.
				o		h. m.	o		h. m. s.
1	Azote	. . . . .	Ne paraît pas s'endosmoser vers aucun gaz.	0	0	0	0	0	0
2	Oxygène.	→	Azote.	3,20	Lente.	5 0	3,20	Lente.	4 20
3	Oxygène	→	Id.	3,85	Lente.	6 25	2,2	Modérée.	0 45
4	Hydrogène.	→	Id.	3,45	Lente.	5 55	3,0	Ass. lente.	2 25
5	Hydrogène.	→	Id.	4,0	Ass. lente.	3 0	4,0	Ass. lente.	2 40
6	Acide carbonique . .	→	Id.	52,0	Modérée.	1 35	52,0	Rapide.	0 18
7	Acide carbonique . .	→	Id.	48,3	Modérée.	2 40	48,3	Rapide.	0 25
8	Air atmosphérique. .	→	Id.	0,4	Très-lente	7 0	0	0	0
9	Air atmosphérique. .	→	Id.	0,2	Très-lente	5 0	0	0	0
10	Air atmosphérique. .	→	Id.	0	0	0	0	0	0
11	Cyanogène.	→	Id.	27,1	Modérée.	0 25	»	»	»
12	Cyanogène.	→	Id.	24,0	Modérée.	0 35	»	»	»
13	Hydrogᵉ. phosphoré Ph. H. 2.	→	Id.	12,4	Très-lente	12 30	12,0	Lente.	5 50
14	Hydrogᵉ phosphoré .	→	Id.	12,8	Très-lente	8 0	»	»	»
15	Acide cyanhydrique à l'état de vapeur. .	→	Id.	1,4	Rapide.	0 018	1,4	Très-rapᵉ.	0 0 15
16	Acide cyanhydrique à l'état de vapeur. .	→	Id.	1,5	Rapide.	0 02	1,5	Très-rapᵉ.	0 0 20
17	Oxyde de carbone . .	→	Id.	2,75	Lente.	3 30	2,75	Lente.	1 30
18	Oxyde de carbone . .	→	Id.	2,0	Lente.	4 0	»	»	»
19	Protoxyde d'azote (gaz hilarant). . .	→	Id.	30,35	Modérée.	1 58	»	»	»
20	Protoxyde d'azote. .	→	Id.	28,95	Modérée.	3 14	»	»	»
21	Ether sulfurique en vapeur.	→	Id.	6,0	Rapide.	0 07	6,0	Très-rapᵉ.	0 2
22	Ether sulfurique liquide	→	Id.	7,0	Rapide.	0 02	7,0	Très-rapᵉ.	0 2
23	Chloroforme en vapeur.	→	Id.	1,3	Rapide.	0 06	1,0	Très-rapᵉ.	0 2
24	Chloroforme liquide.	→	Id.	4,5	Rapide.	0 04	4,5	Lente.	0 30
25	Hydrogène.	→	Oxygène	1,70	Modérée.	2 30	1,70	Rapide.	0 10
26	Hydrogène.	→	Id.	1,1	Modérée.	2 36	1,1	Rapide.	0 15
27	Acide carbonique . .	→	Id.	52,5	Modérée.	2 31	52,5	Rapide.	0 24
28	Cyanogène.	→	Id.	27.7	Rapide.	0 28	30,0	Rapide.	0 8
29	Hydrogᵉ phosphoré Ph. H. 2	→	Id.	6,2	»	4 0	6,2	Lente.	1
30	Hydrogᵉ phosphoré. .	→	Id.	7,4	»	8 0	»	Lente.	»
31	Acide cyanhydrique.	→	Id.	0,70	Rapide.	0 05	»	Très-rapᵉ.	0 0 15
32	Acide cyanhydrique.	→	Id.	0,87	Rapide.	0 03	0,3	Très-rapᵉ.	0 0 12
33	Oxyde de carbone. .	→	Id.	0,70	Lente.	0 25	»	»	»
34	Oxyde de carbone. .	→	Id.	0,63	Lente.	0 15	»	»	»
35	Protoxyde d'azote. .	→	Id.	6,15	Modérée.	0 40	9,15	»	»
36	Protoxyde d'azote. .	→	Id.	6,10	Modérée.	0 57	9,10	»	»
37	Acide sulfhydrique. .	→	Id.	37,45	»	0 16	37,45	Rapide au plus haut degré.	0 02
38	Hydrogène	→	Air atmosphérique.	5,20	Lente.	5 30	0	0	0
39	Hydrogène.	→	Id.	7,5	Très-lente	8 30	»	»	»
40	Cyanogène.	→	Id.	23,4	Rapide.	0 17	23.4	Modérée.	0 10
41	Cyanogène.	→	Id.	21,0	Rapide.	0 24	21,0	Rapide.	0 07
42	Gaz acide cyanhydrique	→	Id.	0	0	0	0	0	0
43	Vapeur d'un liquide contenant de l'acide cyanhydrique . . .	→	Id.	1,22	Rapide.	0 06	1,22	Très-rapᵉ.	0 0 2[illegible]
44	Bain d'acide cyanhydrique étendu d'eau.	→	Id.	1,53	Rapide.	0 03	1,53	Très-rapᵉ.	0 0 2[illegible]

EXPÉRIENCES.	ENDOSMOSES Courants d'entrée. GAZ MIS EN EXPÉRIENCE.			RÉSULTATS.			EXOSMOSES Courants de sortie vers l'air atmosphérique. RÉSULTATS.		
	Milieu extérieur. Gaz du récipient.	Direction du courant.	Milieu intérieur. Gaz du réservoir.	Force ou degrés.	Vitesse.	Durée.	Force ou degrés.	Vitesse.	Durée.
				°		h. m.	°		h. m. s.
45	Acide carbonique . .	→	Air atmosphérique .	58,4	Lente.	2 37	58,4	Modérée.	0 18
46	Acide carbonique . .	→	Id.	69,0	Lente.	3 40	69,0	Modérée.	0 25
47	Hydrogène perphosphoré. Ph. H. 2.	→	Id.	8,6	Très-lente	6 0	8,6	Très-lente	3 50
48	Hydrogène perphosphoré	→	Id.	7,8	Très-lente	5 30	»	»	»
49	Hydrogène proto-carbone.	→	Id.	3,15	Très-lente	8 0	3,15	Lente.	1 50
50	Oxyde de carbone. .	→	Id.	2,0	Lente.	0 26	2,0	Très-lente	3 25
51	Protoxyde d'azote. .	→	Id.	13,55	Modérée.	1 18	8,0	Modérée.	0 17
52	Protoxyde d'azote. .	→	Id.	27,25	Modérée.	1 25	2,0	Rapide.	0 01
53	Éther sulfurique liquide	→	Id.	7,6	Très-rap^e.	0 03	7,6	Très-rap^e.	0 02 30
54	Gaz de l'intestin grêle	→	Id.	10,0	Modérée.	1 30	»	»	»
55	Gaz de l'intestin grêle	→	Id.	10,0	Modérée.	1 20	»	»	»
56	Gaz de l'estomac. . .	→	Id.	9,0	Lente.	4 0	»	»	»
57	Gaz de l'estomac. . .	→	Id.	10,2	Lente.	4 15	»	»	»
58	Gaz ammoniac. . . .	→	Id.	1,2	Rapide.	0 05	1,2	Très-rap^e.	0 015
59	Alcool liquide et à l'état de vapeur. .	→	Id.	0,0	»	0 0	»	»	»
60	Chlore.	→	Air atmosph. (destruction de la membrane).	0	0	0	»	»	»
61	Acide carbonique . .	→	Protoxyde d'azote. .	2,40	Rapide.	0 20	2,40	Rapide.	0 03
62	Acide carbonique . .	→	Id.	2,9	Modérée.	0 28	2,0	Très-rap^e.	0 02
63	Acide carbonique . .	→	Gaz de l'éclairage. .	23,0	Rapide.	0 49	6,0	Lente.	2 0
64	Acide carbonique . .	→	Id.	18,75	Modérée.	1 41	»	»	»
65	Acide carbonique . .	→	Oxyde de carbone. .	21,42	Modérée.	1 10	3,7	Rapide.	0 02
66	Acide carbonique . .	→	Hydrogène perphosphoré.	37,5	Modérée.	0 55	»	»	»
67	Acide carbonique . .	→	Hydrogène perphosphoré.	35,4	Modérée.	0 55	35,4	Modérée.	0 10
68	Acide cyanhydrique en vapeur	←	Acide carbonique. .	1,2	Rapide.	0 01	»	»	»
69	Acide cyanhydrique étendu d'eau . . .	←	Id.	0,33	Rapide.	0 01	»	»	»
70	Acide carbonique . .	→	Hydrogène	34,6	Modérée.	1 10	7,0	Rapide.	0 01
71	Acide carbonique . .	→	Id.	41,2	Modérée.	1 30	25,0	Rapide.	0 05
72	Acide carbonique (exosmose).	→	Éther sulf. liquide.	4,65	Rapide.	0 07	»	»	»
73	Éther sulf^e (endosmose)	→	Acide carbonique. .	2,8	Rapide.	0 02	2,8	Rapide.	0 04
74	Cyanogène.	→	Id.	11,8	Rapide.	7 0	»	»	»
75	Cyanogène.	→	Id.	11,0	Rapide.	6 0	»	»	»
76	Cyanogène.	→	Hydrogène	35,55	Rapide.	0 20	35,55	Rapide.	0 04 30
77	Cyanogène.	→	Id.	35,82	Rapide.	0 20	»	Rapide.	
78	Acide cyanhydrique .	→	Id.	0,7	Rapide.	0 01	»	»	»
79	Acide cyanhydrique à l'état de vapeur. .	→	Id.	0,8	Rapide.	0 02	0,8	Très-rap^e.	0 020
80	Hydrogène perphosphoré	→	Id.	2,8	Lente.	3 30	2,8	Lente.	1 0
81	Hydrogène perphosphoré	→	Id.	4,5	Lente.	5 0	4,5	Modérée.	0 40

On peut voir combien sont grandes l'affinité de l'acide carbonique et sa tendance à se porter sur presque tous les autres gaz.

En effet, nous ne connaissons jusqu'à présent qu'un seul fluide sur lequel il paraît agir par attraction : c'est le gaz cyanhydrique; et encore, bien que l'osmopneumètre indique cette endosmose, on peut en discuter les résultats, comme nous le ferons bientôt.

Au point de vue de l'attraction, et si nous nous en tenons seulement aux observations que nous avons faites jusqu'à présent, nous voyons un autre gaz qui tient sous sa dépendance tous les autres. C'est, comme on peut le voir, le gaz azote.

Voilà donc deux gaz que l'on pourrait mettre aux deux extrémités d'une échelle, si, pour classer tous les gaz, on s'en tenait à leur force d'attraction et à leur affinité.

Mais, entre ces deux limites extrêmes, nous trouvons beaucoup d'autres gaz qui, à ce point de vue, sont intermédiaires entre l'azote et l'acide carbonique. Quelques-uns sont tantôt sous la dépendance d'attractions gazeuses, et, assez souvent, à leur tour, ils soumettent d'autres gaz à leur pouvoir attractif.

De nombreuses expériences d'endosmose demandent encore à être faites, si l'on veut bien connaître ces propriétés d'affinité.

Entrons maintenant dans quelques détails, et analysons quelques-unes de nos expériences, qui nous paraissent avoir un intérêt particulier.

Dans l'exposé si succinct que nous avons fait des données de l'osmopneumètre, nous avons, en général et autant que possible, indiqué deux fois la même expérience. Nous avons choisi les expériences parmi celles dont l'exécution n'a pas été entravée par quelques-unes de ces circonstances imprévues que l'on voit si souvent surgir au moment où l'on ne s'y attend pas.

Quand nous avons constaté des différences dans les données de l'osmopneumètre, relativement à deux expériences semblables, nous avons eu soin d'en prendre note, afin d'en trouver la cause.

Ce travail, comme nous l'avons dit, est à l'état d'ébauche; et le chimiste, à l'aide des nombreux gaz dont il pourra disposer,

arrivera sans doute, en se servant de cet instrument, à dévoiler d'intéressants phénomènes de cette nature, inconnus jusqu'à présent.

Étudions principalement les faits particuliers qui ont le plus d'importance.

Quand on veut bien procéder, pour faire de bonnes expériences, on doit tenir compte de plusieurs circonstances qui favorisent, affaiblissent ou annihilent ces courants gazeux.

Les données de l'osmopneumètre sont faibles ou presque nulles si le gaz qui s'endosmose passe difficilement à travers la membrane et si sa tension dans le réservoir, ajoutée à celle du gaz qui a été préalablement confiné, n'est pas assez forte pour presser un peu sur la surface du mercure. Il faut donc faciliter cette pénétration.

Deux conditions essentielles sont indispensables : 1° l'état humide de la membrane, 2° une température un peu élevée.

L'absence de ces deux conditions ou de l'une d'elles enraye ou affaiblit notablement les données de l'expérience.

En physique, on démontre qu'un poumon plein d'air ou d'oxygène bien desséché, placé sous une cloche remplie de gaz acide carbonique, ne donnera lieu à aucun phénomène d'endosmose, mais que ce phénomène se produira aussitôt que cet organe sera imbibé d'humidité.

Nous avons vérifié très-souvent ce fait, et nous avons vu combien nos réservoirs membraneux étaient impuissants quand ils étaient desséchés.

Il sera donc indispensable que le milieu où fonctionnera l'instrument soit placé, pendant l'endosmose et l'exosmose, dans de l'air ou dans un gaz saturés d'humidité. Mais on devra toujours mouiller la membrane avant d'opérer.

Une température un peu élevée est absolument nécessaire, afin d'obtenir des tensions suffisantes pour que le mercure soit bien mis en mouvement.

Nous avons fait des endosmoses de l'éther vers l'air, à des températures décroissantes, L'hygromètre a été plongé dans ce liquide volatil à 0, à —5, à —10 degrés et même à une tempéra-

ture plus basse. Nous avons toujours constaté que la force de l'endosmose diminuait proportionnellement à l'abaissement de la température et que vers — 15 degrés le mercure restait immobile.

Cette diminution ou cette absence de mouvement ne dépendaient assurément pas de la non pénétration de l'éther dans la loge de la membrane, mais elle avait pour cause la diminution de plus en plus grande de la tension de ce liquide volatil.

Les phénomènes d'hygrométricité sont loin d'être annihilés par une température au-dessous de 0.

Dans nos expériences, nous avons toujours fait en sorte de nous rapprocher le plus possible de la température de + 15 degrés; mais il nous est arrivé assez souvent de ne pouvoir opérer qu'un peu au-dessus ou au-dessous de cette température.

Nous devons attribuer à l'action de quelques degrés de chaleur en plus ou en moins une partie des différences des données que l'on voit dans notre tableau pour la même expérience.

Parmi les autres causes qui peuvent entraver la marche d'une expérience endosmotique, nous devons noter l'état de la membrane, surtout si elle a servi plus ou moins souvent.

On tiendra compte de la partie du réservoir membraneux que traverse le courant gazeux. Il est facile de comprendre que la portion œsophagienne du réservoir, plus épaisse que la région gastrique, cause un peu de ralentissement dans la pénétration du gaz; mais, néanmoins, il est quelquefois nécessaire d'employer ces deux parties du tube digestif, si, pour de fortes endosmoses, on est obligé de remplir de mercure le réservoir membraneux jusqu'au niveau de la portion œsophagienne inférieure.

Quand on veut amplifier les données de ces expériences, comme cela arrive si l'on agit sur des gaz d'un équivalent endosmotique très-faible, il faut retirer du réservoir 20, 30 ou 40 grammes de mercure, afin d'y introduire 2, 3 ou 4 volumes d'air. On comprend que, par cette manière de faire, les données doublent, triplent ou quadruplent, parce qu'elles sont en rapport direct avec la quantité de gaz confiné dans le réservoir.

Si l'on opère ainsi, pour obtenir l'équivalent endosmotique, on

n'aura qu'à diviser les degrés obtenus par le nombre des volumes d'air mis en expérience.

Nous devons ajouter que cette manière de procéder n'est pas sans quelque inconvénient; car nous avons remarqué que le nombre du quotient est souvent supérieur et rarement inférieur à celui que l'on obtient en ne prenant qu'un seul volume d'air.

Dans le cours de certaines expériences endosmotiques, il se produit des particularités que nous allons tâcher de passer en revue, en consultant les notes que nous avons prises sur nos endosmoses.

Remarques sur les endosmoses.

Nous allons d'abord donner deux petits tableaux où nous montrons la marche de deux endosmoses dont les différentes phases ont été observées de minute en minute ou de quart d'heure en quart d'heure.

Les fractions de degrés qui correspondent à ces courts espaces de temps y sont aussi indiquées.

Examinons maintenant nos autres endosmoses en suivant l'ordre de leur inscription sur notre tableau.

Endosmose 1. — Si l'on place l'azote dans le récipient et un gaz quelconque dans le réservoir, on verra le mercure subir un mouvement régressif indiquant une endosmose du gaz contenu dans la membrane vers l'azote.

Endosmose 2. — *Oxygène vers l'azote.* — Considérons les résultats de cette expérience qui donne 3° 85.

En admettant que, pendant l'expérience, il n'y ait pas eu de contre-courant, c'est-à-dire d'exosmose, on trouve, par le calcul, que la petite atmosphère de la membrane est composée d'oxygène et d'azote dans les proportions suivantes : d'une part 729 millièmes d'azote, et d'autre part 271 millièmes d'oxygène. Ce mélange est, comme on le voit, beaucoup plus riche en oxygène que l'air de notre atmosphère, qui ne contient approximativement que 210 millièmes d'oxygène.

L'azote de l'air atmosphérique, au point de vue de l'*attraction endosmotique*, n'est donc pas saturé d'oxygène.

ENDOSMOSE *faite le 12 septembre* 1866, *à + 15° centigrades.*

ÉTHER SULFURIQUE LIQUIDE ⟶ L'AIR.	
Observations de minute en minute.	Degrés endosmotiques correspondants.
m. m. De 0 à 1	° 6,7
1 à 2	0,8
2 à 3	0,1
Total... 3m.	Total. 7,6

Après l'endosmose, on exposera le réservoir à l'air libre et l'on calculera l'exosmose de sortie de la même manière.

ENDOSMOSE *faite le 17 mars* 1868, *à + 15° centigrades.*

GAZ DE L'INTESTIN GRÊLE ⟶ L'AIR.	
Vitesse observée de minute en minute, puis de quart d'heure en quart d'heure.	
Minutes.	Fractions de degrés endosmotiques.
m. m. De 0 à 1	° 0,7
1 à 2	0,4
2 à 3	0,6
3 à 4	0,4
4 à 5	0,3
5 à 6	0,3
6 à 7	0,25
7 à 8	0,3
8 à 9	0,3
9 à 10	0,25
10 à 11	0,2
11 à 12	0,2
12 à 13	0,2
13 à 14	0,2
14 à 15	0,2
Quarts d'heure.	
15 à 30	1,9
30 à 45	0,8
45 à 60	0,5
60 à 75	0,4
75 à 90	0,4
90 à 105	0,4
105 à 120	0,3
120 à 135	0,3
135 à 150	0,3
150 à 165	0,3
165 à 180	0,2
180m, = 3 h.	Tot. 10°,6

Nous laissons à la physiologie végétale le soin de voir s'il peut en résulter quelques conséquences relativement à l'exhalation de l'oxygène dans l'acte de la respiration des plantes; mais nous pensons que la connaissance de ce fait, appliquée au règne animal, permettra au physiologiste d'apprécier plus exactement la grande affinité des globules sanguins pour l'oxygène, puisque ces

petites cellules, pour absorber ce gaz, ont besoin en même temps de vaincre l'affinité qu'il a pour l'azote.

Endosmoses 6 *et* 7. — *Acide carbonique vers l'azote.* — Cette expérience offre un certain intérêt, à cause de son degré de force : 30° 75.

Endosmoses 8 *et* 9. — *Air vers l'azote.* — La faiblesse de cette endosmose dépend de ce que l'azote du réservoir perd, en grande partie, son action sur l'oxygène de l'air, ce dernier gaz étant retenu par l'azote contenu dans le récipient.

Endosmose 20. — *Protoxyde d'azote vers l'azote.* — Remarquable par son degré de force : 30° 35.

Endosmose 21. — *Hydrogène vers l'oxygène* (force 2° 70). — Elle présente à noter la faible attraction exercée par l'oxygène sur l'hydrogène.

Endosmose 23. — *Acide carbonique vers l'oxygène.* — Cette endosmose (52° 5) montre combien est grande la force qui pousse l'acide carbonique vers l'oxygène.

Endosmose 24. — *Cyanogène vers l'oxygène.* — Après l'exosmose, nous avons trouvé que l'osmopneumètre marquait 2 degrés de moins qu'il n'en indiquait au commencement de l'expérience. Par conséquent, il y a eu perte de 2 degrés par le courant d'exosmose, ce que l'on voit en comparant ce qui reste dans le réservoir au volume gazeux que nous y avons confiné au moment de faire fonctionner l'instrument.

Endosmose 25. — *Hydrogène perphosphoré vers l'oxygène.* — Dans cette expérience et d'autres analogues, nous avons constaté que le gaz *hydrogène perphosphoré* altère profondément tous le instruments de caoutchouc dont on se sert assez souvent dans ces sortes d'expériences. On doit, par conséquent, opérer avec la cuve à l'eau et conduire directement dans la cloche, avec un tube de verre, le gaz hydrogène perphosphoré qui se dégage.

Endosmoses 31 *et* 32. — *Protoxyde d'azote vers l'oxygène.* — Comme dans l'expérience 24, tout à fait à la fin de l'exosmose, nous avons constaté que le volume du gaz du réservoir était moindre qu'au commencement de l'expérience, car le mercure avait reculé de 3 degrés.

Endosmose 33. — *Acide sulfhydrique vers l'oxygène.*— Après l'endosmose, si on laisse le réservoir dans le gaz du récipient, on voit le mercure rester peu de temps immobile et bientôt reculer lentement à peu près d'un degré en 90 secondes. Mais au moment où le réservoir est exposé à l'air libre, l'exosmose se fait avec une vitesse étonnante, et en moins de 2 ou 3 secondes il atteint le degré 0.

Ne peut-on pas s'expliquer par la grande tendance qu'a le gaz sulfhydrique à gagner l'air atmosphérique, l'odeur infecte et si pénétrante que l'on sent si promptement quand, dans les autopsies, on vient d'ouvrir les parois abdominales ?

Endosmoses 34 *et* 35. — *Hydrogène vers l'air atmosphérique.* — Endosmose que l'on doit noter à cause de la marche excessivement prolongée et lente de l'hydrogène vers l'air.

Endosmose 37. — *Cyanogène vers l'air.* — Pour faire cette expérience, tenant compte de la grande solubilité du cyanogène dans l'eau, nous ne nous sommes pas servi de la cuve hydropneumatique. Nous avons mis un volume d'air dans le réservoir membraneux, puis nous avons fait pénétrer le cyanogène dans un récipient de caoutchouc. Dans ces conditions, nous avons vu marcher l'expérience avec beaucoup de régularité.

Endosmoses 38, 39 *et* 40. — *Gaz acide cyanhydrique vers l'air.* — Pour faire ces expériences, nous avons fait usage de l'*acide cyanhydrique médicinal* contenant environ quatre fois son poids d'eau.

L'expérience 38 ne nous a donné aucun résultat.

Dans la 39e, le réservoir était plongé dans l'air d'un petit bocal au fond duquel nous avions mis une couche d'un centimètre d'acide cyanhydrique médicinal.

Nous devons faire remarquer qu'on ne doit pas fermer très-hermétiquement le flacon avec le bouchon que traverse la tige, car la tension très-notable de l'acide cyanhydrique, s'ajoutant à celle de l'air du récipient, comprimerait la surface de la membrane et ferait progresser le mercure dans l'échelle, mouvement qui pourrait en imposer et qu'on pourrait attribuer uniquement à l'action de l'endosmose.

L'expérience 40 démontre que l'immersion directe du réservoir dans le mélange d'acide cyanhydrique et d'eau détermine une endosmose plus forte que celle qu'on obtient avec la vapeur seule qui émane de ce liquide. Dans ce dernier cas, l'équivalent endosmotique est de 1° 22, et, dans le premier cas, on obtient 1° 53.

Endosmoses 41 et 42. — Acide carbonique vers l'air. — L'acide carbonique est le gaz qui, si on le compare avec les autres indiqués dans notre tableau, présente le pouvoir endosmotique le plus fort.

On a déjà pu voir que son endosmose avec l'azote donnait un équivalent qui atteignait un haut degré, puisqu'il est de 52 degrés dans la première expérience et de 48° 3 dans la seconde.

Mais cette force endosmotique de l'acide carbonique est encore plus grande par rapport à l'air, car elle a atteint 58 degrés dans une expérience et 69 dans une autre.

Ce nombre de 69 indique que 7 volumes d'acide carbonique sont attirés dans la membrane par un seul volume d'air.

Autrement dit, on peut estimer qu'un litre d'air a le pouvoir d'absorber, par voie endosmotique, presque 7 litres d'acide carbonique.

Ce puissant courant d'endosmose de l'acide carbonique vers les deux principaux gaz de l'atmosphère mérite notre attention.

Si nous prenons la moyenne des données que nous avons obtenues pour l'azote, nous aurons 50 degrés. Si, d'autre part, celle que donne l'oxygène s'élève à 52 degrés, la moyenne de la somme de ces deux forces endosmotiques sera, par conséquent, de 51 degrés.

Comparons cette résultante de ces deux données endosmotiques avec l'équivalent moyen que fournissent nos deux expériences d'endosmose de l'acide carbonique vers l'air de l'atmosphère, nous aurons le rapport de 51 à 63 degrés; ce dernier nombre est le chiffre moyen des données des expériences 41 et 42. Pour mieux démontrer cette grande tendance de l'acide carbonique à s'endosmoser vers l'air, nous allons, tout de suite, décrire un petit appareil qui, à l'aide d'un simple réservoir mem-

braneux plein d'air, provoque l'exhalation de l'acide carbonique contenu dans un petit récipient, comme le fait l'air dans les vésicules pulmonaires, lorsqu'il attire à lui l'acide carbonique dissous dans le sang veineux qui afflue au poumon.

Pl. VI, fig. 1. — *Appareil qui sert à démontrer le passage du gaz acide carbonique vers l'air, comme cela a lieu dans l'acte de la respiration.*

En consultant cette figure, on voit que le gaz acide carbonique arrive dans un petit récipient de verre qui contient le réservoir membraneux à travers lequel doit passer le gaz acide carbonique. Cette poche est lestée par une petite quantité de mercure que l'on voit à sa partie inférieure (pl. VI, fig. 1, *r*, *m*).

Pour que cette expérience réussisse bien, il faut se servir d'un grand estomac fibreux de la grenouille ou bien encore d'une vésicule biliaire d'agneau assez spacieuse.

Le bouchon qui ferme la tubulure doit présenter sur un de ses côtés une petite cannelure (pl. VI, fig. 1, *c*), par où s'écoulera l'excès du gaz acide carbonique qui arrive dans le récipient.

Cette poche membraneuse, préalablement mouillée, est fixée à l'extrémité inférieure d'une tige de verre, dirigée verticalement d'abord, puis horizontalement. L'extrémité de cette tige communique avec un tube de caoutchouc. Ce dernier, à son tour, se continue avec un autre tube de verre qui plonge dans une petite éprouvette contenant de l'eau de chaux.

La manière de faire fonctionner cet instrument est bien simple.

Il faut retirer le tube qui plonge dans le liquide de l'éprouvette. Puis on fait subir à la membrane une distension semblable à celle qu'éprouvent les vésicules pulmonaires pendant l'inspiration; il suffit, pour cela, de l'insuffler d'air atmosphérique par l'ouverture de l'extrémité libre du tube. Ce réservoir membraneux se trouve alors, comme on va le voir, dans les conditions d'une vésicule du poumon qui élimine l'acide carbonique du sang veineux.

Quand la membrane sera bien gonflée, et pour que l'air ne s'échappe pas, on pressera le tube de caoutchouc entre deux doigts, et l'on ne cessera cette compression qu'après avoir plongé

dans l'eau de chaux de l'éprouvette la partie du tube qui y était précédemment.

C'est alors que, en moins de deux ou trois minutes, le phénomène d'exhalation de l'acide carbonique se produira avec une grande évidence. Les bulles de ce gaz se succéderont à de courts intervalles ; on les verra d'abord sortir par l'extrémité libre de la tige, puis monter dans l'eau de chaux et crever à la surface de ce liquide.

Pendant leur ascension, ces petites masses gazeuses se combineront avec la chaux, pour constituer du carbonate de chaux, et l'on verra, si l'expérience dure un certain temps, une teinte blanchâtre se produire dans l'eau de l'éprouvette, qui auparavant était entièrement claire.

Examiné au microscope, on voit que ce précipité est composé de granulations noirâtres infiniment petites. Traité par une très-faible quantité d'acide sulfurique, il donne lieu à la formation immédiate de nombreuses bulles d'acide carbonique et à une grande quantité de petites aiguilles de sulfate de chaux.

Ce phénomène peut, avec assez d'intensité, durer pendant plusieurs minutes ; puis on le verra s'affaiblir peu à peu. Il sera facile de rendre à cette espèce de respiration languissante toute son énergie, en insufflant de nouveau de l'air dans la membrane.

Dans cette expérience, on voit que la poche membraneuse, semblable à un sac pulmonaire de batracien, fait aussi l'office d'une vésicule du poumon. L'acide carbonique du récipient est l'analogue de celui qui est contenu dans le sang veineux, et le tube abducteur remplit l'office des voies respiratoires. Enfin, l'eau de chaux est là comme le chimiste qui analyse les produits de la respiration.

En terminant notre travail, nous parlerons de quelques applications que l'on peut faire à la physiologie, en s'appuyant sur la connaissance de cette force considérable qui porte le gaz acide carbonique à s'endosmoser vers presque tous les autres gaz.

Mais, avant d'en arriver là, passons en revue d'autres expériences endosmotiques qui donnent lieu à quelques observations.

Endosmoses 43 et 44. — Hydrogène perphosphoré vers l'air

atmosphérique. — Il convient de recueillir ce gaz dans un sac en caoutchouc. On le fait passer ensuite dans un récipient semblable à celui de la planche VII, fig. 1.

En opérant ainsi, nous n'avons pas vu ce gaz prendre feu.

Endosmose 49. — *Éther sulfurique liquide vers l'air.* — En mettant plusieurs volumes d'air dans le réservoir et en divisant la force endosmotique obtenue par le nombre de ces volumes, nous avons trouvé que l'équivalent endosmotique était sensiblement supérieur à celui qu'on trouve en employant un seul volume d'air.

L'exosmose dure ordinairement la moitié du temps que ce liquide a mis à s'endosmoser.

Notons en passant que, dans les expériences avec des liquides volatils, on trouve toujours ces fluides, dans le réservoir, à l'état de vapeur, même après une longue immersion de la membrane dans ces corps à l'état liquide.

Après l'exosmose de l'éther, on constate que le réservoir membraneux a perdu près des 2/10 de l'air qu'il contenait au commencement de l'expérience.

Endosmoses 50, 51, 52 *et* 53. — *Gaz de l'intestin grêle et de l'estomac vers l'air.* — Les gaz du canal digestif sur lesquels nous avons fait différentes expériences avaient une odeur d'acide sulfhydrique très-prononcée.

On doit les recueillir dans des sacs de caoutchouc aussitôt après qu'on a ouvert les parois abdominales.

Si les différentes parties du tube digestif ont été exposées à l'air depuis longtemps, l'exosmose qui a eu lieu a tellement affaibli le pouvoir endosmotique des gaz qui y sont encore contenus, qu'ils ne produisent presque aucune action sur l'osmopneumètre.

Endosmose 55. — *Acide carbonique vers le gaz de l'éclairage.* — Cette endosmose présente quelque intérêt sous le rapport de sa force et sous celui de la tendance que ces deux gaz ont à s'unir ensemble, bien que le premier résiste et s'oppose à toute combustion, tandis que le second s'enflamme en produisant la vive lumière qui lui est propre.

Endosmose 58. — *Acide carbonique vers l'oxyde de carbone.*

— Nos réflexions sur l'expérience 55 peuvent être appliquées à celle-ci.

Endosmoses 62 *et* 63. — *Acide cyanhydrique en vapeur ou dissous dans l'eau vers l'acide carbonique.* — Pour faciliter cette expérience, nous intervertissons la position habituelle des deux fluides. Nous plaçons dans le réservoir le gaz qui s'endosmose, c'est-à-dire l'acide carbonique, et nous mettons dans le récipient le fluide vers lequel marche le courant, c'est-à-dire l'acide cyanhydrique.

Dans l'expérience 62, au fond du réservoir se trouvait une petite couche d'acide cyanhydrique étendu d'eau. Dans l'expérience 63, le même liquide s'élevait à une assez grande hauteur. Dans l'endosmose 62, le réservoir plongeait dans la petite atmosphère du récipient composée d'air et de gaz acide cyanhydrique. Dans l'endosmose 63, le réservoir baignait directement dans le liquide.

C'est en introduisant un volume d'acide carbonique dans le réservoir que nous avons pu apprécier son affinité pour l'acide cyanhydrique et son degré de force endosmotique.

Mais on peut, jusqu'à un certain point, ne pas reconnaître comme valables les données fournies par ces expériences : 1° à cause de la présence dans le récipient d'une certaine quantité d'air mêlé avec le gaz acide cyanhydrique, comme on le voit dans l'expérience 62 ; 2° à cause de la présence de l'eau mêlée avec le gaz acide cyanhydrique, comme nous l'avons indiqué pour l'expérience 63.

On doit donc tenir compte de l'affinité de l'acide carbonique pour l'eau et de celle qu'il a pour l'air.

Nous avons constaté, en effet, que si l'on plonge dans l'eau le réservoir d'un osmopneumètre contenant un volume de gaz acide carbonique, le mercure recule en une minute de 0° 63, ce qui indique le passage de ce gaz dans l'eau. En cinq minutes, nous avons obtenu un mouvement de recul qui mesurait 3° 15.

D'autre part, si le réservoir est rempli de la même manière et qu'on l'immerge dans un mélange d'eau et d'acide cyanhydrique, on voit le mercure rétrograder de 0° 66 par minute.

degré et demi, probablement sous l'influence du ramollissement de la membrane, ou peut-être sous celle de l'exosmose d'une partie de l'air contenu dans le réservoir.

Toujours est-il que, trois ou quatre minutes après ce mouvement de recul, le mercure se mit en marche en avant et parcourut le tube avec une grande rapidité. Déjà il était sur le point de s'épancher au dehors, lorsque la membrane se rompit dans toute sa longueur.

A quoi devons-nous attribuer la marche rapide du mercure? Est-ce à l'endosmose du chlore vers l'air du réservoir? Est-ce à une action chimique du chlore sur le tissu membraneux?

C'est cette dernière cause qu'il faut invoquer pour expliquer la rupture de la membrane et la grande vitesse du mercure.

Le retrait éprouvé par le réservoir rappelait l'état dans lequel se trouve une membrane soumise à l'action de l'eau bouillante ou à celle d'un acide concentré.

Sous l'influence du chlore, le mercure fut poussé brusquement dans le tube; la membrane, en se rétractant, comprima fortement l'air du réservoir ; enfin la rupture eut lieu.

Après cette solution de continuité, la rétraction continua de se produire encore pendant quelques secondes, jusqu'au point de diminuer de moitié la hauteur que présentait la membrane avant l'expérience.

Ainsi donc, sous l'influence de l'action corrosive du chlore, la membrane du réservoir a éprouvé en premier lieu un certain relâchement, faisant bien vite place à ce retrait violent qui en a déterminé la rupture.

Endosmose de l'acide carbonique vers l'air. — Nous avons constaté plusieurs fois que l'acide carbonique s'endosmosait assez vite vers l'eau.

En effet, si nous plongeons le réservoir de l'osmopneumètre chargé de gaz acide carbonique dans de l'eau aérée ou privée d'air par l'ébullition, ou bien encore saturée de sel marin, nous avons toujours vu ce gaz s'endosmoser vers ce liquide, bien que présentant ces états différents.

Cette endosmose nous a paru avoir au moins autant de rapidité

dans sa marche que la diffusion de ce gaz directement dans l'eau, c'est-à-dire sans interposition de membrane, comme on le voit, du reste, quand on place une éprouvette pleine de ce gaz sur la cuve à l'eau.

L'ascension de l'eau qui se produit alors et qui est en rapport avec la diffusion ne paraît pas avoir, d'après nos observations, plus de vitesse que le passage de l'acide carbonique à travers une membrane pour aller s'endosmoser vers ce liquide.

Dans la respiration aquatique, l'affinité de l'acide carbonique vers l'eau doit avoir une influence très-marquée sur les phénomènes respiratoires et, par contre, l'air contenu dans ce liquide doit jouer un rôle très-secondaire dans l'élimination du gaz acide carbonique du sang veineux.

Telles sont les remarques que nous avons cru devoir faire relativement aux particularités que nous avons observées dans quelques-unes de ces recherches.

Nous terminerons nos observations en citant deux expériences physiologiques que nous a suggérées l'étude de l'endosmose.

Première expérience (28 *octobre* 1866).

Deux grenouilles, ayant le même volume et paraissant douées de la même force, sont placées toutes deux sous une cloche contenant de l'acide carbonique. Un quart d'heure après, nous avons vu qu'elles étaient dans un état d'asphyxie complète et paraissaient entièrement inanimées. A ce moment, on ne constatait ni mouvement ni sensibilité.

L'anesthésie étant à un haut degré, nous avons exposé l'une des grenouilles à l'action de l'air atmosphérique, et nous avons placé l'autre sous une cloche contenant du gaz azote.

Quelques minutes après leur sortie de l'atmosphère d'acide carbonique, nous les avons vues revenir peu à peu à la vie. Celle qui était dans l'azote fut la première à faire quelques mouvements. Au bout de quatre ou cinq minutes, on voyait dans la région précordiale de petits battements, et de temps en temps apparaissaient des mouvements de déglutition.

L'autre grenouille ne donna des signes de vie que cinq ou six minutes après avoir été rendue à l'air libre.

Placées dans une terrine contenant de l'eau, elles se mirent à nager; mais celle qui avait été soumise à l'azote avait autant et même plus de vigueur que celle qui avait subi l'influence de l'air.

Nous avons répété cette expérience le 22 août 1872 et nous avons obtenu les mêmes résultats.

Les reptiles conviennent bien pour ces expériences; car on sait qu'ils peuvent être privés d'oxygène pendant un certain temps et vivre plusieurs heures dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote.

Nous avons imaginé l'expérience que nous venons de décrire, en nous appuyant sur la force d'attraction que l'azote exerce sur l'acide carbonique, et en prévoyant la possibilité d'expulser, par la seule présence de l'azote, l'acide carbonique hors des tissus qui en sont imprégnés.

Mais, cependant, nous ne comptions pas que, pour éliminer l'acide carbonique, l'azote aurait une puissance égale et même un peu supérieure à celle de l'air atmosphérique.

Deuxième expérience (29 *octobre* 1866).

L'attraction énergique de l'azote sur l'acide carbonique pourrait-elle s'exercer d'une manière aussi marquée sur d'autres fluides qui, administrés à haute dose, déterminent la mort, soit par asphyxie, soit par une action toxique?

Nous allons tâcher de répondre à cette question en exposant l'expérience suivante :

Nous avons anesthésié au plus haut degré deux grenouilles avec l'éther sulfurique. Au bout d'une demi-heure, elles avaient perdu complétement la sensibilité et le mouvement.

Dans cet état, l'une fut soumise à l'action du gaz azote, et l'autre à celle de l'air atmosphérique. La première ne donna aucun signe de vie. Au bout de plusieurs heures, elle ne faisait aucun mouvement et restait insensible. En ouvrant sa région thoracique, nous vîmes que le cœur se contractait faiblement et à des intervalles assez éloignés.

L'autre grenouille, placée dans l'air, revint lentement à la vie; mais, au bout d'une heure, ses mouvements et sa sensibilité étaient encore considérablement affaiblis.

On voit que l'action de l'azote a été nulle pour éliminer de l'organisme les molécules de l'éther qui avaient été absorbées. Cela dépend sans doute de ce que la force d'attraction de l'azote est beaucoup moindre pour l'éther sulfurique que pour l'acide carbonique.

En résumé, nous voyons que les tissus non vivants de l'organisme animal possèdent certaines propriétés particulières qui n'ont pas été toujours bien connues.

Les quelques faits nouveaux que nous avons exposés et essayé d'expliquer pourront, nous l'espérons, jeter quelque lumière sur un certain nombre de phénomènes que l'on n'a pu, jusqu'à présent, interpréter d'une manière satisfaisante.

EXPLICATION DES PLANCHES III, IV, V, VI et VII.

PLANCHE III.

Fig. 1. — Portion du canal digestif de la grenouille venant d'être extraite de l'animal vivant. Surface un peu inégale tenant à quelques contractions musculaires.

œ, œsophage.
e, estomac.
d, duodénum.

Fig. 2 et 3. — Mêmes organes que ceux de la figure 1 conservés dans de l'éther sulfurique depuis longtemps.

Fig. 4, 5, 6. — Estomacs du même animal desséchés et insufflés d'air. Ils ne sont constitués que par la tunique fibreuse.

Les lettres indiquent les mêmes organes que celles de la fig. 1.

Fig. 7. — Vésicule biliaire du chevreau conservée dans de l'éther.

Fig. 8. — Vésicule biliaire de l'agneau desséchée et distendue par de l'air.

Fig. 9. — Vessie de rat desséchée et pleine d'air.

Fig. 10. — Sangsue insufflée et desséchée.

d,d,d, sillons qui correspondent aux cloisons en forme de diaphragme que l'on trouve dans la cavité du canal digestif.

FIG. 11. — Hygromètre à vésicule biliaire.

e, tube de l'échelle contourné en spirale.

d,d,d, degrés hygrométriques.

s, support destiné à soutenir un petit vase plein d'eau pour baigner le réservoir.

PLANCHE IV. — *Filtre.*

FIG. 1. — Appareil à filtration au moment où il fonctionne.

Filtre composé de :

r, réservoir membraneux et,

t, tube qui lui est annexé.

s, support.

r, récipient.

c, cloche.

a, assiette contenant de l'eau.

FIG. 2. — Hygromètre.

a, réservoir formé par la membrane fibreuse de l'estomac de la grenouille.

ép, épingle.

t, tige.

e,e,e, échelle à branches parallèles.

d,d,d, degrés hygrométriques.

ép, épingle.

FIG. 3. — Élastomètre ayant un quart de sa grandeur naturelle.

r, réservoir.

ép, épingle.

s, support.

t, tige qui passe derrière le tube contourné en volute.

f,f, flèches indiquant la direction du courant mercuriel.

b,a, branche ascendante.

b,d, branche descendante.

t, e, extrémité supérieure du tube avec évasement.

PLANCHE V.

FIG. 1. — Tube de l'élastomètre tout prêt à être adapté au réservoir membraneux.

e, évasement de l'orifice inférieur du tube.

m, petit manchon de caoutchouc sur lequel porte la ligature qui fixe le réservoir.

t, tige.

tu,tu, tube de verre.

ta, tube d'ajutage de caoutchouc destiné à recevoir l'extrémité du petit entonnoir.

Fig. 2. — Introduction du mercure dans un instrument à réservoir membraneux. Direction oblique qu'on doit lui donner pendant qu'on le charge.

r, réservoir.
m,g, main gauche.
m,d, main droite.
e, entonnoir.
m, mercure.
t,a, tube d'ajutage qui reçoit le bout de l'entonnoir.
t,t, tube de verre.
ti, tige.
Les flèches indiquent la direction du courant du mercure.

Fig. 3. — Osmopneumètre placé sur un support.

r, réservoir.
m, sa partie inférieure occupée par du mercure.
a, partie supérieure contenant de l'air.
t, tige.
t', partie de la tige qui plonge dans le mercure.
tu, tube contourné en volute.
d,d, divisions du tube.
Chaque partie comprise entre deux lignes contient un gramme de mercure.
ta, tube d'ajutage.
l, col du réservoir et sa ligature.

PLANCHE VI.

Fig. 1. — Endosmose de l'acide carbonique vers l'air.

t,a,d, Tube adducteur qui conduit le gaz acide carbonique dans le récipient.
b, bouchon percé d'un trou au centre pour laisser passer la tige.
c, cannelure.
r,m, réservoir membraneux insufflé d'air.
t, tige.
t, c, tube abducteur en caoutchouc.
tu, tube de verre qui lui fait suite et qui descend jusqu'au fond de l'éprouvette.
ép, éprouvette.
e,c, eau de chaux.
b,b, bulles d'acide carbonique.
Les flèches indiquent la direction que suit le gaz acide carbonique.

Fig. 2. — Synelcomètre vu de profil.

r, réservoir contenant 30 grammes.
t, tige.
e, échelle.
s, support.

FIG. 3. — Synelcomètre vu de face.

Le tube contourné en volute présente une échelle hygrométrique et des divisions égales en longueur.

Chaque partie comprise entre deux divisions contient un gramme de mercure.

d,h, degrés hygrométriques.

d,d, divisions du tube au point de vue de capacité égale.

PLANCHE VII. — *Appareils pour l'endosmose des gaz et des vapeurs.*

FIG. 1. — Appareil osmopneumétrique pour les gaz solubles dans l'eau ou pour les liquides volatils.

r, gaz du réservoir.

m, mercure.

rec, récipient.

t, a, tube adducteur.

c, cannelure du bouchon.

d,d, divisions du tube en parties égales.

La flèche indique la direction du courant gazeux dans le tube adducteur.

FIG. 2. — Osmopneumètre placé sur la tablette d'une cuve pneumatique à l'eau.

r, réservoir.

g, gaz du réservoir.

m, mercure.

ta, tablette de la cuve.

t, tige.

t, tube d'ajutage.

d,d, divisions du tube en parties égales.

m, mercure contenu dans le tube.

tu, a, tube adducteur.

tu,o, son extrémité au niveau du trou central de la tablette.

c,e, cuve à l'eau dont les dimensions sont considérablement réduites par rapport au reste de l'appareil.

Fig. 3. — *Diapnomètre.*

Examen de la perspiration cutanée de la paume de la main avec le diapnomètre.

h, hygromètre.

r, m, réservoir membraneux.

r, récipient.

s, b, section du bouchon.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Recherches sur les propriétés physiologiques de l'acide quinique; réduction du perchlorure de fer dans l'organisme, par M. le docteur Rabuteau. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Juillet, 1872, t. LXXV, p. 219.)

I. Après l'opium, le quinquina est l'un des agents thérapeutiques qui intéressent le plus la médecine. C'est pourquoi j'ai cru devoir entreprendre une étude des divers principes immédiats que ce médicament renferme. J'exposerai d'abord ce que j'ai appris de l'acide quinique.

On sait que cet acide, qui est solide et possède une saveur rappelant celle des acides végétaux, tels que les acides tartrique et citrique, existe en quantité notable dans le quinquina, où l'on admet qu'il est combiné avec la quinine, la cinchonine et la chaux. J'ai préparé du quinate de soude et du quinate de potasse en dissolvant l'acide quinique dans les bicarbonates de ces deux bases, et j'ai fait avec les deux sels neutres, déliquescents et insipides, obtenus de cette manière, diverses expériences, dont je citerai les suivantes :

J'ai injecté dans les veines, chez un chien, 5 grammes de quinate de soude dissous dans 40 grammes d'eau. L'animal n'a rien éprouvé de cette opération, si ce n'est une constipation assez remarquable. Les urines sont devenues neutres et même légèrement alcalines, d'acides qu'elles étaient auparavant. J'ai pris à mon tour 2 grammes de quinate de potasse dans 50 grammes d'eau ; la saveur de la solution était complétement nulle. Je n'ai éprouvé aucun symptôme. Mes urines ne sont pas devenues alcalines, sans doute parce que le sel avait été ingéré à trop faible dose, mais leur acidité a diminué.

Une solution aqueuse d'acide quinique, introduite dans l'estomac, ne produit non plus rien de particulier. On pourrait préparer avec cet acide une limonade aussi agréable que les limonades tartrique et citrique.

Il résulte de ces premières recherches : 1° que l'acide quinique est inoffensif; 2° qu'il se comporte comme presque tous les acides végétaux ordinaires, c'est-à-dire qu'il est brûlé dans l'organisme, les quinates alcalins se transformant en bicarbonates alcalins qui ont la propriété de rendre les urines alcalines lorsqu'ils sont administrés à des doses suffisantes, par exemple celles de 5 à 6 grammes au moins par jour. Le quinate de soude produisant la constipation après son injection dans le torrent circulatoire, on peut conclure qu'introduit dans le tube digestif en quantité suffisante, il déterminerait des effets purgatifs, d'après cette règle générale que les purgatifs salins constipent lorsqu'ils ont été injectés dans le sang.

Les quinates alcalins étant dénués de saveur, j'ai voulu m'assurer si le quinate de quinine serait moins sapide que chacun des sulfates de quinine. Il n'en est rien : ce sel est amer comme les autres sels de cette base.

En résumé, l'acide quinique est un principe inoffensif et sans doute inactif dans le quinquina, comme l'acide méconique dans l'opium.

II. Dans une Note adressée à l'Académie le 11 décembre dernier, j'ai simplement énoncé ce fait, que le perchlorure de fer se réduisait au contact des matières albuminoïdes et de diverses substances organiques, et que cette réduction s'opérait dans l'organisme.

Depuis, j'ai continué mes recherches, et j'ai vu que les matières organiques les plus diverses : le bois, le papier, etc., ramènent le perchlorure de fer à l'état de protochlorure, et cela en présence de l'oxygène de l'air. Les matières animales produisent beaucoup plus facilement cette réduction, comme on peut s'en assurer en versant quelques gouttes d'une solution de ferricyanure de potassium dans de l'eau additionnée de perchlorure de fer et mise en contact avec ces matières ; on obtient une coloration bleue. De même, lorsqu'on a déposé une solution de perchlorure de fer sur la main, la langue, sous la peau d'une grenouille, si l'on ajoute ensuite du ferricyanure de potassium, on voit les points touchés bleuir par suite de la formation de bleu Turnbull. C'est en voyant mes mains devenir toutes bleues, après avoir manié les deux sels en question, que mon attention a été attirée sur ce sujet.

Une objection se présente ici. Wöhler a démontré, vers 1824, que le ferricyanure de potassium se transforme en ferrocyanure dans l'organisme ; par conséquent, on peut dire que ce n'est pas le perchlorure qui est réduit, mais le ferricyanure qui est transformé en ferrocyanure : d'où résulterait une coloration bleue due alors, non au bleu Turnbull, mais au bleu de Prusse. Cette objection tombe nécessairement, si l'on remarque qu'il faut toujours quelques minutes pour qu'un mélange de perchlorure de fer et de ferricyanure de potassium prenne une coloration bleue au contact des matières organiques, tandis que cette coloration apparaît *immédiatement* si l'on dépose le ferricyanure à l'endroit où avait été déposé préalablement du perchlorure de fer, par exemple sur la main, pendant trois à quatre minutes.

Cette réduction du perchlorure de fer présente un intérêt pratique. Quand on ingère des eaux ferrugineuses contenant du sesquioxyde de fer, par exemple une eau où l'on a éteint un fer rouge, comme on le faisait dès l'antiquité la plus reculée pour guérir divers états morbides où le fer est aujourd'hui reconnu efficace, il se forme du perchlorure de fer dans l'estomac au contact de l'acide chlorhydrique du suc gastrique, puis ce sel se transforme en *protochlorure de fer*, substance qu'on a prise ainsi bien des siècles sans le savoir, et qui est le médicament et l'aliment ferrugineux normal. La teinture de Bestuchef ou de Klaproth, qu'on employait autrefois, agissait d'une manière aujourd'hui expliquée. Quand on a injecté du perchlorure de fer dans une veine variqueuse pour l'oblitérer, il se forme un cordon qui est dû à la coagulation du sang déterminée par ce sel ; mais ce cordon disparaît peu à

peu, parce que le perchlorure se transforme peu à peu en protochlorure de fer qui n'a pas la propriété de coaguler le sang, mais qui en empêche même la coagulation, comme je l'ai démontré directement en l'injectant dans les veines chez les animaux (1).

Analyse des gaz du sang. Comparaison des principaux procédés, nouveaux perfectionnements (2), par MM. ESTOR et SAINTPIERRE. Montpellier, 1872, in-8.

Dans ce mémoire, les auteurs ont eu pour but : 1° de comparer les résultats fournis par les principales méthodes d'analyse des gaz du sang, et montrer que ces résultats sont concordants; 2° d'établir que l'eau chaude, ajoutée au sang et bouillie avec lui, permet d'extraire des quantités d'oxygène plus considérables que celles que fournit le sang sans cette addition. Ce mémoire fait connaître en outre des appareils nouveaux et des procédés d'expérimentation qui ne seront pas sans utilité pour des recherches analogues.

Ils ont montré qu'avec un même sang, ou avec un sang pris dans le même point du torrent circulatoire du chien, on obtient des quantités égales d'oxygène en employant, soit le vide seul (baromètre à large chambre), soit l'oxyde de carbone seul (procédé de Cl. Bernard, cloche courbe), soit le vide et l'oxyde de carbone combinés (pompe à mercure modifiée).

Cependant, dans quelques travaux publiés en Allemagne, il a été donné des nombres qui s'éloignent notablement des nôtres. Ils ont recherché la cause de ces divergences. Dans ce but, ils ont fait varier successivement tous les éléments de l'expérimentation, et ils ont constaté que les résultats sont concordants avec ceux de nos expériences : 1° Quelle que soit la proportion d'oxyde de carbone (de un à trois volumes d'oxyde de carbone pour un volume de sang); 2° quelle que soit la température (de + 25° c. à la température de l'ébullition du sang); 3° quelle que soit la durée de l'action de l'oxyde de carbone ou du vide (de trois heures à vingt-quatre heures), on obtient le résultat sus-indiqué.

Avec la pompe à mercure, par la manière d'opérer des auteurs allemands,

(1) Ce résultat a paru extraordinaire d'abord; mais j'ai appris que, dès 1839, Black avait déjà dit que les sels ferreux ne coagulaient pas le sang. Mes expériences ont donc remis en lumière un fait oublié.

(2) *Recherches expérimentales sur les causes de la coloration rouge des tissus enflammés. (Journal de l'anat. et de la physiol.*, juillet 1864.) — *Sur un appareil propre aux analyses des mélanges gazeux, et spécialement au dosage des gaz du sang. (Journal de l'anat. et de la physiol.*, janvier 1865.) — *Du siége des combustions respiratoires*. Recherches expérimentales. (*Journal de l'anat. et de la physiologie*, 1er avril 1865.)

le sang se trouve nécessairement mélangé à une certaine proportion d'eau. C'est sur ce point qu'ont porté leurs investigations, et ils ont institué les expériences ci-après.

Pour apprécier l'influence que peut exercer l'eau sur le sang au point de vue de l'extraction des gaz, ils ont opéré de la manière suivante : Nous prenons, disent les auteurs, de petits ballons de verre d'environ 60 à 80 centimètres cubes de capacité. Ces ballons sont d'abord remplis de mercure sur la cuve ; puis nous y faisons passer, à l'aide d'un entonnoir à gaz, la quantité d'oxyde de carbone voulue, et, par le moyen d'une seringue graduée, une proportion déterminée d'eau distillée et préalablement bouillie. L'appareil entier est maintenu à 25 ou 30 degrés.

D'un autre côté, nous prenons, à l'aide d'une seringue graduée, une certaine quantité de sang, que nous faisons passer dans l'appareil décrit ci-dessus. Nous agitons pendant une dizaine de minutes.

Après ces opérations, le petit ballon, toujours renversé sur le mercure, est fermé par un bouchon en caoutchouc bien ajusté. Ce bouchon est traversé par un tube adducteur de gaz trois fois recourbé et préalablement rempli de mercure. Pour rendre la manœuvre plus facile, notre tube est articulé en deux parties, qui se réunissent par un tube de caoutchouc. Nous pouvons affirmer que cette opération, quoique délicate, est très-facile sur une grande cuve à mercure de laboratoire, et nous nous sommes assurés par des expériences d'essai que cette manœuvre peut être faite avec la certitude de ne point introduire d'air.

Le ballon et le tube une fois ajustés, le système entier est retourné et se présente alors comme un appareil ordinaire destiné à recueillir les gaz dissous dans l'eau (appareil bien connu des chimistes qui ont fait des analyses d'eaux minérales). Le ballon assujetti sur un support est chauffé directement avec une lampe à alcool, et les gaz sont recueillis dans une cloche graduée. On chauffe avec lenteur, non-seulement jusqu'à coagulation du sang, mais jusqu'à ébullition et distillation d'une certaine quantité d'eau. On peut admettre que la vapeur d'eau doit chasser les dernières traces de gaz.

L'analyse des gaz recueillis se fait par les procédés ordinaires, c'est-à-dire par le phosphore et la potasse. On corrige les résultats en les ramenant à la température de 0 et à la pression de 760^{mm}. On constate ainsi que l'action de l'eau à la température du corps humain ne permet pas d'extraire une quantité d'oxygène plus grande que par l'emploi de l'oxyde de carbone seul.

Le propriétaire-gérant :
GERMER BAILLIÈRE.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

RECHERCHE QUALITATIVE

DES

MÉTAUX DANS LES TISSUS

Par M. MAYENÇON
Professeur de chimie au lycée de Saint-Étienne

Et par M. le Dr BERGERET (de Saint-Léger)
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

La recherche des métaux, par la méthode ordinaire, exige de nombreuses manipulations : la division, la pulvérisation, le chauffage, la calcination, la dissolution, la précipitation, le filtrage, le lavage, l'emploi de réactifs méthodiques, et enfin une habileté que l'on n'acquiert que par une longue pratique. Il est même des cas, assez nombreux, où cette méthode ordinaire ne peut être appliquée. C'est ce qui se présente lorsqu'un composé métallique est en quantité extrêmement faible dans une humeur ou dans un tissu organisé.

Notre méthode est très-simple ; elle est la même pour tous les métaux. Suivant les cas, nous traitons à chaud ou à froid le minéral, l'humeur ou le tissu organisé par un acide pur (sulfurique, chlorhydrique, azotique), ou mieux par l'eau régale. Nous filtrons, s'il y a lieu, mais plus habituellement nous faisons fonctionner, dans le produit obtenu, un élément voltaïque dans lequel le platine est soudé au fer, au zinc, à l'aluminium ou à un autre métal. Cette opération a pour but de fixer le métal recherché sur le platine. Nous convertissons ensuite ce métal en un sel soluble (un chlorure) par l'action du chlore. Et, à l'aide d'un réactif spécial pour chaque métal, nous obtenons une coloration caractéristique.

Cette méthode d'analyse qualitative, nous n'en doutons pas, rendra de grands services aux médecins praticiens, aux physiologistes, aux médecins légistes, aux chimistes et même aux industriels.

Dans le courant de décembre, nous avons soumis au jugement de MM. Ch. Robin et H. Sainte-Claire Deville un premier Mémoire sur le mercure (1) ; ces messieurs ont bien voulu nous adresser des éloges et des encouragements.

Les recherches que nous présentons aujourd'hui sont relatives à l'or et au plomb ; bientôt nous terminerons nos études sur le cuivre, l'argent, le fer, etc.

RECHERCHE DE L'OR PAR LA MÉTHODE MAYENÇON-BERGERET.

Le corps supposé contenir des traces d'or est traité par l'eau régale. On porte à l'ébullition pendant un quart d'heure ; on étend d'un peu d'eau pure et l'on filtre, si cela paraît nécessaire. Dans la liqueur, filtrée ou non, on plonge un couple voltaïque zinc et platine. Le zinc se dissout, et le courant qui circule dans la liqueur amène l'or et les autres métaux, s'il y en a, sur le fil de platine.

Au bout d'un temps variable, suivant la richesse aurique de la liqueur, on retire le couple, on le lave et l'on expose le fil de platine au chlore.

Les métaux fixés sur le platine sont ainsi transformés en chlorures.

La durée de la chloruration est, en général, d'une minute ou deux ; mais il vaut mieux pécher par excès de chloruration que par défaut.

Le fil de platine est ensuite placé sur un morceau de *papier blanc ordinaire humecté avec de l'eau pure*. Les chlorures sont ainsi déposés sur le papier.

Pour faire apparaître l'or, plusieurs réactifs peuvent être employés ; celui que nous recommandons est une simple *dissolution d'acide sulfureux* dans l'eau. Il suffit d'exposer pendant quelques instants le papier, sur lequel on a essuyé le fil de platine chloruré, au goulot du flacon qui renferme l'acide sulfureux, pour obtenir une *tache violette* tirant sur le brun.

(1) *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, etc., par Ch. Robin, cahier de janvier et février, 9e année, 1873.

Cette coloration est caractéristique.

SENSIBILITÉ DU PROCÉDÉ. — La sensibilité de ce procédé est extrême; voici une de nos expériences qui peut en donner une idée.

Dans un mélange de 20 centimètres cubes d'eau et de 5 centimètres cubes d'eau régale, nous mettons, au moyen d'une pipette, *une goutte* d'une dissolution d'or au $\frac{1}{500}$. Le volume de cette goutte est, comme nous l'avons constaté par de nombreux essais, égal à $\frac{1}{30}$ de centimètre cube. Le couple voltaïque zinc et platine, plongé dans cette liqueur, donne, après trois quarts d'heure, une tache d'or très-manifeste.

Dans cette expérience, la teneur en chlorure d'or est exprimée par :

$$\frac{1}{500} \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{25} = \frac{1}{375\,000}.$$

Mais il n'est pas douteux pour nous que le chlorure d'or, dans une dissolution plus étendue encore, ne soit révélé par ce procédé.

EXPÉRIENCES. — Nos expériences ont consisté à :

1° Administrer du chlorure d'or à des malades;

2° Injecter du chlorure d'or dans les masses musculaires de la cuisse de lapins;

3° Mêler du chlorure d'or aux aliments d'un lapin.

1° Chlorure d'or administré à des malades.

Il est inutile de faire ici l'histoire thérapeutique de l'or. Rappelons seulement que, pendant la période alchimique, l'or potable passait pour une panacée universelle.

Chrestien, puis Niel, Gozzi, Legrand et une foule d'autres vantèrent les remarquables propriétés des sels d'or contre la syphilis. Voulant vérifier ce qu'il y avait de fondé dans ces assertions, nous administrâmes du chlorure d'or à quelques malades de notre service des syphilitiques de l'Hôtel-Dieu.

A notre grande surprise, nous ne pûmes jamais déceler l'or dans l'urine de nos malades.

Nous entreprîmes alors les expériences que nous venons d'énumérer plus haut.

Nos premières expériences sur l'or ont commencé pendant que nous terminions celles sur le mercure, c'est-à-dire dans le mois de novembre; mais ces recherches ayant toujours été négatives, nous crûmes devoir les reprendre en tenant note exactement de ce que nous faisions.

Le 7 décembre, *à trois malades*, nous avons administré des pilules de chlorure d'or et de sodium; chaque pilule renfermait *un centigramme* de ce chlorure double. Nous avons augmenté la dose d'une pilule par jour pour arriver à dix pilules en vingt-quatre heures. Ces dix pilules furent continuées pendant quelques jours.

Pendant ce temps, l'urine fut recueillie et analysée chaque jour; ne trouvant pas d'or dans cette humeur, nous voulûmes nous assurer s'il n'y avait pas supercherie, soit dans la composition des pilules, soit dans l'administration du médicament. Nous fîmes dissoudre trois pilules, l'une dans un verre d'urine naturelle, l'autre dans de l'eau pure, et la troisième dans une décoction animale. L'élément voltaïque nous décela l'or en abondance dans chacune de ces dissolutions. Enfin, nous fîmes prendre des pilules devant nous.

L'or ne se montra à aucun moment dans l'urine.

L'état général était bon, l'appétit plutôt augmenté que diminué. Ces femmes n'accusaient aucune souffrance à l'estomac, aucun dérangement intestinal; pas de fièvre, pas de mal de tête, aucun malaise en un mot.

Réflexions. — Ces premières observations nous conduisirent naturellement à penser que le chlorure d'or n'est pas absorbé.

2° Expériences sur les lapins.

Pour vérifier nos suppositions, nous entreprîmes des expériences sur des lapins.

A. *Injection de chlorure d'or dans les muscles de la cuisse de lapins.*

Le 28 décembre, à dix heures du matin, nous faisons dissoudre *douze* centigrammes de chlorure d'or dans *deux* grammes d'eau. Nous injectons ces 12 centigrammes dans les muscles de la cuisse gauche de deux lapins, du poids de 2250 grammes chacun, ce qui fait *six* centigrammes pour chaque lapin. Nous sacrifions l'un *trois heures* après, et nous laissons vivre l'autre jusqu'au 1er janvier.

PREMIER LAPIN. — A une heure de l'après-midi, nous tuons un des lapins, nous ouvrons immédiatement le ventre et la poitrine.

Autopsie. — Le cœur bat avec énergie; nous ouvrons cet organe pour recueillir le sang dont nous remplissons une capsule.

Les reins et l'urine d'un côté, le foie de l'autre, sont mis dans des vases spéciaux. Nous disséquons la cuisse injectée pour constater les désordres et enlever les muscles.

Les désordres consistent dans une petite ecchymose sous-cutanée et en un petit caillot sanguin dans les muscles. Ces épanchements sont circonscrits par une tache ecchymotique violette et par une masse œdémateuse gélatiniforme assez considérable.

Analyse. — Le foie est traité par l'eau régale et soumis pendant un quart d'heure à l'ébullition ; on filtre. Le liquide filtré est jaune ; en se refroidissant, il forme un sédiment abondant de même couleur.

Un couple zinc et platine est plongé dans la liqueur, pendant vingt minutes ; l'hydrogène qui se dégage amène à la surface un coagulum jaune très-abondant ; le fil de platine se couvre d'un autre coagulum semblable; on lave ce fil, on l'expose au chlore, on le passe sur un papier humecté et l'on expose ce papier aux vapeurs d'acide sulfureux.

Résultat.................................... négatif.

Le sang est traité de même.

Résultat.................................... négatif.

Reins et urine :

Résultat.................................. négatif.

Muscles de la cuisse injectée :

Résultat.......................... or très-abondant.

Cette expérience démontre de la façon la plus évidente que le chlorure d'or, injecté en grande quantité dans les masses musculaires, ne se résorbe pas immédiatement. Trois heures après l'injection, le sang, le foie, les reins et l'urine n'en renfermaient pas ; tandis que les muscles, dans l'épaisseur desquels le chlorure d'or avait été porté, le contenaient en totalité.

DEUXIÈME LAPIN. — Le premier jour après l'injection, ce lapin ne manifeste aucun malaise, il mange avec appétit ; le lendemain, l'appétit est bon, mais il a des borborygmes et boite un peu ; le troisième jour, l'appétit est comme celui des jours précédents, il boite toujours. Le 1er janvier, — quatrième jour, — nous le tuons à une heure de l'après-midi.

Autopsie. — Le sang et chaque organe du ventre sont mis dans des capsules spéciales.

L'intestin présente une couleur vert violacé.

Le foie est jaune ictérique.

La cuisse non injectée est saine.

La cuisse injectée est d'un vert violacé ; le peau se déchire sous la moindre traction ; il y a différents petits foyers apoplectiques dans les muscles postérieurs ; le tissu cellulaire est œdématié. Toutes les parties altérées sont mises dans une capsule.

Le contenu de chaque capsule est réduit en pulpe, traité par l'eau régale et porté pendant un quart d'heure à l'ébullition.

Résultats des analyses.

Reins et urine.......................	or abondant.
Foie ramolli, ictérique.................	douteux.
Sang..............................	à peine sensible.
Muscles injectés......................	or abondant.

Remarques. — L'or, porté par injection dans l'épaisseur des muscles, y détermine d'abord une irritation locale assez vive ; il est ensuite résorbé pour se répandre dans l'organisme, mais la

résorption en est lente ; car sa masse principale se trouve encore, après quatre jours, dans l'endroit injecté.

Le chlorure d'or ne semble pas être vénéneux, car 6 centigrammes pour un lapin de 2 kilogrammes représentent plus de 2 grammes pour un homme de taille et de poids moyens.

Ce qu'il faut bien noter, c'est l'hépatite survenue et les borborygmes observés le second jour. Ces accidents sont-ils dus à l'or, ou bien sont-ils une simple coïncidence? Nous croyons que ces états pathologiques ont été déterminés par l'or, — car nous verrons, dans l'expérience suivante, que le foie a aussi été atteint. Comment les choses ont-elles dû se passer? L'or injecté a été absorbé le second jour, soit à l'état de chlorure, soit sous une autre forme. En arrivant dans le foie, il a irrité cet organe qui s'est enflammé et a déterminé un ictère suivi de borborygmes. Le foie étant enflammé n'a plus rien absorbé ; il s'est même débarrassé de la petite quantité d'or qui était venue l'impressionner, puisque cet organe n'en a pas donné à l'analyse. L'or qui a été résorbé ensuite, trouvant le foie imperméable, a reflué vers les reins par le mécanisme si bien décrit par M. Claude Bernard. Les choses n'ont pu se passer autrement ; car si ce reflux n'avait pas eu lieu, le sang aurait renfermé de l'or en quantité appréciable. Il est probable que si l'or injecté eût été en moins grande quantité, l'arrivage au foie étant moins considérable, cet organe aurait rejeté ce métal au fur et à mesure dans l'intestin par la bile, et dans ce cas les reins et l'urine n'auraient pas été aurifiés.

Mais, dans ce cas particulier, le rein a rempli une fonction supplémentaire du foie. Ces fonctions supplémentaires ont été décrites par l'un de nous dans ses ouvrages : sur *l'Urine*, et dans le *Manuel de la santé*.

B. *Chlorure d'or mêlé aux aliments d'un lapin.*

La présence de l'or dans les reins chez le dernier lapin, alors que nous ne l'avions rencontré ni dans l'urine de nos malades, ni dans les reins et l'urine du premier lapin, nous engagea à faire l'expérience suivante :

Le 3 janvier, à un lapin de 2 kilogrammes, nous donnons du

chlorure d'or sur une feuille de chou ; tout d'abord il fait quelque difficulté, il prend la feuille, la laisse, y revient, et finalement, à dix heures du matin, il avait absorbé *six* centigrammes du sel d'or. Le soir, on lui en donne encore *deux* centigrammes dans du pain.

Le 4 janvier, à onze heures, il est hors de sa cage, il court très-vivement dans le laboratoire et, à trois, nous avons de la peine à le saisir.

Autopsie. — Nous le tuons. Le foie, les reins, l'urine et le sang sont placés dans des vases spéciaux.

Nous passons une double ligature sur la partie inférieure de l'œsophage et une autre sur la partie supérieure du duodénum, et nous enlevons l'estomac. Le contenu de cet organe est mis dans une capsule spéciale ; nous lavons l'estomac et l'examinons avec le plus grand soin ; nous ne trouvons nulle part la moindre trace d'inflammation ; cependant, à la région pylorique, il y avait une rougeur diffuse et la muqueuse semblait épaissie ; nous enlevons cette portion, l'examinons au microscope : il n'y avait aucune altération.

Nous disséquons l'œsophage, nous l'enlevons en entier avec la langue, nous l'ouvrons dans toute son étendue : la muqueuse est uniformément rose et ne présente pas trace d'irritation.

L'intestin est ouvert et lavé dans toute son étendue, — il n'y a aucune lésion ; — nous recueillons son contenu.

Tous ces produits sont traités par l'eau régale et portés pendant un quart d'heure à l'ébullition.

Résultats de l'analyse.

1° Reins et urine	négatif.
2° Foie ramolli, volumineux, hypérémié	à peine sensible.
3° Sang	négatif.
4° Estomac lavé	négatif.
5° Matières colorées contenues dans l'estomac	or abondant.
6° Intestin lavé	négatif.
7° Matières de l'intestin grêle	or abondant.
8° Crottes contenues dans la dernière partie de l'intestin	négatif.
9° Nous avons trouvé dans le laboratoire, sur un vieux journal, une matière semi-liquide qui nous a semblé être de la régurgitation	douteux.

Ainsi, voilà un lapin de 2 kilogrammes qui a eu, pendant vingt-cinq heures, *huit centigrammes* de chlorure d'or dans le tube digestif, —organe dont aucune portion d'or n'était sortie, puisque les crottes formées dans la dernière partie de l'intestin n'en renfermaient pas, — voilà un lapin, disons-nous, qui n'a pas absorbé d'or, puisqu'on n'en a trouvé ni dans le sang, ni dans les reins, ni dans le foie, d'une façon appréciable. Cependant le foie était irrité et hypérémié.

Remarques. — L'étude de l'absorption du chlorure d'or injecté ne pourrait-elle pas éclairer la question, si controversée, de l'origine veineuse ou artérielle de la bile? En effet, dans le *Dictionnaire de Médecine pratique*, on soutient que les matériaux de la bile viennent du sang veineux, et dans le *Dictionnaire encyclopédique*, au contraire, on soutient que ces matériaux viennent du sang artériel. Ce n'est là qu'une simple question que nous soumettons aux physiologistes. Nous livrons aux lecteurs le récit exact de nos expériences ; nous laissons à chacun le soin d'en tirer des conclusions.

ADDITION AU MÉMOIRE SUR LE MERCURE (p. 81).

1° Mercure dans l'urine des nourrissons.

Le 19 décembre, une femme, accouchée et nourrice depuis six semaines, se présente à notre consultation ; elle a une vive douleur et un empâtement de la région ovarique ; nous lui prescrivons des frictions mercurielles. Deux jours après, elle nous remet un peu d'urine de son enfant.

Résultat............................ mercure sensible.

Les jours suivants, nous analysons encore l'urine de cet enfant.

Résultat........................ mercure très-sensible.

Pendant ce temps, une autre nourrice se présente avec une tuméfaction inflammatoire du ventre ; elle fait usage d'onguent napolitain en frictions.

Urine de l'enfant..................... mercure sensible.

2° Mercure dans l'urine, les fèces et le sperme d'un damasquineur en fougère.

Il y a, à Saint-Étienne, quatre ou cinq ouvriers seulement qui font, sur les canons de fusils, ce que l'on nomme *damas en fougère*. Ce damas s'obtient à l'aide d'une solution de 30 grammes de bichlorure d'hydrargyre dans un litre d'alcool. Chacun de ces ouvriers damasquine environ cinquante fusils par semaine, ce qui fait sept par jour. Après avoir fait subir différentes préparations préliminaires aux canons, l'ouvrier les frotte, en dernier lieu, avec une pièce légèrement imbibée avec la solution mercurielle. Il a ainsi le bout de deux ou trois doigts presque constamment humecté par cette solution.

Le 13 décembre, j'ai eu l'occasion d'observer un damasquineur. Il est jeune, gras, gros, robuste et travaille depuis six ans à son métier. A part un tremblement désordonné des bras et des mains, sa santé semble parfaite. L'appétit est vif, et le salaire qu'il touche lui permet de le contenter substantiellement. Cependant il a les gencives boursouflées et l'haleine fétide. Cet homme vit douze heures par jour et six jours par semaine dans une atmosphère assez toxique pour que, à différentes reprises, des oiseaux, qu'il avait en cage, soient morts subitement.

Cet homme m'a donné :

1° Le 14 décembre, une fiole d'urine du matin à jeun, — urine du sang, — sédiment épithélial considérable, — urates amorphes.

Résultat............................ mercure abondant.

2° Le 15 décembre, il m'envoie de ses selles ; elles sont demi-molles, d'un vert très-foncé, très-fétides.

Résultat........................ beaucoup de mercure.

3° Le 19, cet homme nous remet une éjaculation spermatique.

Résultat........................ mercure très-sensible.

RECHERCHE

DU

PLOMB DANS LES TISSUS

Par MM. BERGERET et MAYENÇON.

Pour rechercher le plomb, on peut procéder exactement comme pour le mercure (1). La seule différence dans le résultat est que la tache d'iodure de plomb est *jaune citron* au lieu d'être *rouge brique*, — comme le biiodure de mercure, — et que cette tache se dissout promptement dans de l'eau, en suffisante quantité.

Les précautions à prendre sont les mêmes que pour le mercure. Nos premières recherches ont été faites avec le couple fer et platine; mais nous avons constaté un inconvénient qui nous a conduits à faire usage d'un nouvel élément, — aluminium et platine.

En effet, le fer, à cause de ses impuretés, se dissout facilement dans les acides. Ces impuretés donnent naissance à des courants locaux fermés (de la Rive) qui fixent le plomb sur ces impuretés mêmes. L'intensité de ces courants semble s'accroître par la présence du plomb. Ainsi, au commencement du fonctionnement du couple voltaïque, on voit des bulles d'hydrogène se dégager en grand nombre sur le fil de platine, — ce qui annonce une électrolyse régulière, — mais bientôt ces bulles diminuent pour disparaître complétement, — le fer seul en dégage. Or, quand la liqueur est pauvre, il peut se faire que l'électrolyse régulière soit de trop courte durée pour amener le plomb en quantité suffisante sur le platine, et que les impuretés le retiennent entièrement.

EMPLOI DU COUPLE ALUMINIUM ET PLATINE.

En nous fondant, d'une part, sur la solubilité de l'oxyde de plomb dans les alcalis caustiques et, d'autre part, sur la propriété

(1) *Journ. de l'anat. et de la physiol.* de Ch. Robin, t. IX, 1873. N° de janvier et février.

qu'a l'alumine de former un aluminate soluble avec ces alcalis, nous avons été amenés à construire un couple *aluminium et platine*. Avec ce couple, la recherche du plomb devient très-simple et les causes d'erreur disparaissent.

La liqueur plombique est traitée par un excès de soude ou de potasse caustique ; on y plonge le couple. Au bout d'un temps, variable avec la richesse de la liqueur, on retire ce couple ; on le lave et l'on expose le platine au chlore ; on le passe ensuite sur un papier sans colle, imbibé d'iodure de potassium au 1/100, et il apparaît un trait *jaune citron*, et dont la couleur est caractéristique.

Avec l'hydrogène sulfuré, le trait est *noir*.

Sensibilité. — Par ce procédé, on décèle aisément 1/180000 de plomb.

EXPÉRIENCES.

Nous avons fait des expériences : 1° sur des malades, 2° sur des lapins.

1° Expériences sur les malades avec le couple fer et platine.

A. *Carbonate et acétate de plomb employés en pommades.*

A différentes reprises, nous avons employé des pommades au carbonate et à l'acétate de plomb, dans lesquelles les sels saturnins entraient dans la proportion de 10 grammes pour 20 grammes d'axonge.

Pendant et après l'usage longtemps continué de ces pommades, il nous a été impossible de constater le plomb dans l'urine de nos malades.

Conclusions.— Nous en avons naturellement conclu que les sels de plomb n'étaient pas absorbables par la peau.

B. *Acétate et carbonate de plomb administrés à l'intérieur.*

Chez les phthisiques, nous avons l'habitude de donner le carbonate de plomb associé à l'acide arsénieux, et nous formulons ainsi :

Acide arsénieux.............	0,01
Carbonate de plomb..........	0,05

Pour une pilule. Nous en donnons de une à cinq par jour.

L'urine des malades ainsi traités ne nous a fourni que des résultats négatifs.

Dans le courant de novembre et de décembre, nous avons prescrit l'acétate de plomb dissous dans des potions, et nous avons noté avec soin les résultats analytiques fournis par les urines. Nous avons porté les doses à 50 centigrammes, et continué souvent cette dose pendant *dix jours* consécutifs, soit sur des phthisiques, soit sur des syphilitiques. Or, tandis que quelques gouttes de la potion dans un verre d'eau ou dans un verre d'urine naturelle, donnaient une belle réaction saturnine, l'urine des malades qui prenaient du plomb fournissait un résultat négatif.

Conclusions. — Ces études sur le plomb, avec le couple *fer et platine*, nous amenèrent à supposer que les sels saturnins n'étaient absorbés ni par la peau, ni par l'intestin. Nous verrons plus loin que cette supposition était erronée.

2° Expériences sur les lapins.

Voulant savoir si l'acétate de plomb injecté dans les muscles est résorbé, le 29 décembre, nous dissolvons 90 centigrammes de ce sel dans 2 ou 3 grammes d'eau, et nous les injectons dans les muscles postérieurs de la cuisse de deux lapins, qui pesaient 2 kilogrammes chacun : — ce qui fait 45 centigrammes pour chaque lapin. — Nous tuons un des lapins *trois heures* après, et nous laissons vivre l'autre pendant *quatre jours*.

Premier lapin. — A une heure de l'après-midi, nous tuons un de ces lapins.

Autopsie. — Le ventre et la poitrine sont ouverts immédiatement. Le cœur est percé, et nous recueillons le sang dans une capsule ; dans d'autres vases, sont mis les reins, l'urine, le foie. Nous écorchons les cuisses. Les muscles injectés sont blanchâtres et couverts d'un enduit gélatiniforme. Ces muscles sont mis dans une capsule.

Tous ces produits sont traités séparément par l'acide azotique pur, et portés, pendant un quart d'heure, à l'ébullition. Le liquide de la décoction est filtré et divisé en deux parties égales.

Dans l'une, on fait fonctionner le couple *fer et platine;* dans l'autre, on ajoute de la soude caustique et l'on fait marcher l'élément *aluminium et platine*. Ce dernier couple décèle plus promptement le plomb.

Résultats de l'analyse.

1° Muscles injectés..................	plomb abondant.
2° Foie...........................	très-douteux.
3° Reins et urines..................	négatif.
4° Sang...........................	négatif.

Trois heures après l'injection, les sels saturnins ne paraissent pas être résorbés

Deuxième lapin. — Le 2 janvier, à une heure de l'après-midi, nous tuons le second lapin.

Pendant les quatre jours que nous l'avons laissé vivre après l'injection, il s'est très-bien porté; son appétit était vif. Le dernier jour seulement, il a présenté une paralysie complète du membre injecté; il traînait la patte en courant.

Autopsie. — Le ventre et la poitrine étant ouverts, nous perçons le cœur et nous recueillons une grande quantité de sang. Les organes sont mis chacun dans une capsule spéciale, et nous écorchons les cuisses.

La peau et les muscles du côté non injecté sont sains.

La cuisse injectée est le siége d'une vive inflammation ; la peau se déchire sous le moindre effort ; l'aponévrose, dans sa partie profonde, est tapissée d'une fausse membrane blanchâtre ; il y a une infiltration d'un liquide clair qui s'étend jusqu'au pied. Les muscles sont ramollis, il y a un foyer purulent qui va jusqu'à l'os. Le nerf sciatique se trouve dans le foyer, il est rouge et tuméfié. Certaines veines renferment de petits caillots. Les organes de la jambe sont sains ; le tissu cellulaire seul est infiltré.

Résultats de l'analyse.

1° Muscles injectés et malades......... plomb abondant.

Il suffit de laisser le couple — aluminium et platine — pendant deux ou trois minutes dans la liqueur alcalinisée pour que le platine soit voilé.

2° Reins et urine....................	négatif.
3° Foie (après une heure de fonctionnement de l'élément voltaïque).......	négatif.
Après vingt-quatre heures...........	à peine sensible.
4° Sang..........................	négatif.

Ainsi, après quatre jours, le plomb paraît n'avoir été résorbé qu'en quantité infinitésimale et le foie seul en renferme des traces.

3° Analyse des organes d'une phthisique qui a pris du plomb pendant deux mois sans interruption.

Pendant que nous poursuivions ces recherches, il est mort, dans notre service, une phthisique à qui nous avons donné de l'acétate de plomb pendant deux mois consécutifs; d'abord à la dose de 10 centigrammes et, en dernier lieu, à celle de 50 centigrammes par jour.

Cette malade, dont les deux poumons étaient percés de tubercules ramollis, avait des adhérences pleurales de toute l'étendue des poumons; elle remplissait son crachoir de crachats nummulaires et purulents. Elle était surtout fatiguée par des sueurs nocturnes. L'acétate de plomb modifie heureusement les sueurs et le dévoiement. Nous lui en fîmes prendre du 10 novembre au 15 janvier.

Autopsie. — Elle mourut le 16, et le 17, à dix heures du matin, nous fîmes l'autopsie.

Moins les poumons, qui sont des éponges de pus, tous les organes sont sains. L'estomac et l'intestin sont fortement météorisés. Nous recueillons et nous mettons dans des vases spéciaux : une portion du foie, de la rate, des reins, de l'estomac, des muscles d'une jambe, et enfin le contenu de l'estomac.

Résultats de l'analyse.

1° Contenu de l'estomac (il y avait 24 heures qu'elle n'avait pas pris de plomb lorsqu'elle est morte) :

1re épreuve après 1/2 heure...........	peu sensible.
2e — —	—
3e — après 2 heures............	—
2° Estomac après 1/2 heure..............	négatif.
après 3/4 d'heure............	négatif.

3° Foie après 1 h. 1/4..................	très-sensible.
après 1/2 heure..................	—
après 2 heures..................	abondant.
4° Reins après 1/2 heure..................	douteux.
après 1 h. 3/4..................	—
5° Rate après 1/4 d'heure..................	sensible.
après 1 h. 1/2..................	abondant.
6° Muscles soléaires..................	douteux.

L'organisme absorbe donc le plomb lorsque l'on fait un usage longtemps continué de l'acétate de ce métal, même à petite dose; mais le foie et la rate paraissent être les seuls organes réellement imprégnés par le sel saturnin; ils semblent l'un et l'autre le fixer en égale quantité.

Cette fixation du plomb, par le foie et par la rate, doit attirer l'attention des physiologistes. La rate serait-elle un diverticulum du foie? Le sang de la digestion serait-il, en partie, emmagasiné par la rate, pour être ensuite déversé au fur et à mesure dans le foie, afin d'y subir l'action hépatique? Ce sont là des questions que nous posons, mais que nous n'entreprendrons pas de résoudre maintenant.

La présence du plomb dans la rate éclairera probablement la fonction de cet organe mystérieux.

4° Acétate de plomb mêlé aux aliments d'un lapin.

Les 15, 16, 17 et 18 janvier, nous mêlons chaque jour 1 gramme d'acétate de plomb aux aliments d'un lapin de 1500 grammes. Ce qui fait une injection de 4 grammes du sel saturnin.

Autopsie. — Le 19, nous le tuons. Chaque organe est examiné avec soin et mis dans une capsule. L'estomac a la muqueuse épaissie, blanchâtre et ramollie par place ; elle s'enlève facilement par le raclage; mais il n'y a d'ulcération nulle part. L'intestin grêle a aussi la muqueuse épaissie blanchâtre et ramollie.

Le matin du 19, le lapin a une régurgitation.

Résultats de l'analyse.

1° Foie après 1/2 heure..................	peu sensible.
après 1 h. 1/2..................	sensible.
après 4 heures..................	abondant.
2° Rate après 50 minutes..................	douteux.
après 4 heures..................	sensible.

3° Reins et urine après 1 h. 1/2.........	douteux.
après 4 heures.........	—
4° Sang............................	négatif.
5° Contenu de l'estomac après 1/4.......	très-sensible.
après 1 h. 1/4...	abondant.
6° Crottes recueillies dans le laboratoire...	très-abondant.

Donc, chez un lapin qui a pris 4 grammes d'acétate de plomb en *quatre jours*, la rate et le foie seuls en renferment des quantités appréciables.

Cette observation confirme, en partie, celle de la phthisique.

Nous posons de nouveau cette question : La rate est-elle un diverticulum sanguin où s'accumulent les principes de la digestion ?

Les matériaux de la bile viennent-ils du sang de la digestion, ou sont-ils fournis par l'artère hépatique ?

5° Nouvelles recherches du plomb dans l'urine des malades avec l'élément aluminium et platine.

Le 26 janvier, et pendant huit jours consécutifs, nous administrons, à trois syphilitiques, 40 centigrammes de plomb dissous dans une potion.

Le 29 janvier, alors qu'elles n'en avaient pris chacune que 1gr,20, nous analysons l'urine recueillie pendant toute la nuit.

Résultat.................. négatif dans les trois cas.

Le 2 février, après huit jours, alors que chacune avait ingéré 3gr,20, nous analysons de nouveau l'urine.

Résultat.................. sensible dans les trois cas.

L'emploi du couple *aluminium et platine* est donc préférable à celui *fer et platine*.

Remarquons que, dans cette expérience, le plomb a été sensible dans l'urine, tandis que chez le lapin de l'expérience précédente, sa présence est restée douteuse dans ses reins ; mais il n'avait pris du plomb que pendant quatre jours.

6° Combien de temps le plomb imprègne-t-il le foie?

Les 29, 30 et 31 janvier, nous donnons, chaque jour, 1 gramme d'acétate de plomb à un lapin de 1800 grammes.

Les 1, 2, 3, 4 et 5 février, il n'en prend plus.

Crottes de la nuit du 2 au 3 analysées :	
Résultat après 20 minutes.....	beaucoup de plomb.
Crottes de la nuit du 3 au 4........	beaucoup de plomb.

Autopsie. — Le 5 février, nous le tuons. Les organes ne présentent aucune altération. La muqueuse stomacale est un peu blanchâtre, épaissie, et s'enlève facilement par le raclage. Le rein gauche est baigné, en partie, dans le liquide d'un petit kyste qui lui adhère.

Ce lapin avait grand'soif et buvait beaucoup, il eut un jour du dévoiement.

Résultat de l'analyse des organes.

1° Rate................................	négatif.
2° Foie après 1/2 heure....................	—
après 1 h. 1/4....................	—
après 1 h. 3/4.........	négatif ou fort douteux.
3° Reins et urines à toutes les épreuves.......	négatif.
4° Sang................................	—
5° Contenu de l'intestin....................	abondant.
6° Contenu d'un cœcum..................	—
7° Contenu de l'estomac..	abondant, mais moins que dans l'intestin.

Alors même que le plomb est encore abondant dans l'intestin, e foie n'en renferme plus; il a pu le rejeter.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

D'après ces recherches, nous nous croyons autorisés à conclure :

1° Que les sels saturnins ne sont pas absorbés par la peau ;

2° Qu'ils le sont très-lentement et en très-petite quantité par l'intestin;

3° Que le plomb absorbé paraît imprégner spécialement le foie et la rate ;

4° Que parfois, après un usage longtemps continué des sels de plomb, les reins et l'urine contiennent des traces de ce métal;

5° Que son élimination est prompte et complète, et se fait évidemment par le foie.

RECHERCHE

DU

BISMUTH DANS LES TISSUS ET DANS LES HUMEURS

Par MM. BERGERET et MAYENÇON.

RÉACTIF NOUVEAU DES SELS DE BISMUTH.

Parmi les réactifs ordinairement employés pour déceler le bismuth, aucun ne nous a paru suffisamment caractéristique pour l'application de notre méthode. Les précipités auxquels ils donnent naissance sont généralement blancs ou peu colorés, — excepté ceux donnés par les sulfures solubles qui sont noirs. — Cette dernière réaction étant commune à un grand nombre de métaux était, par suite, sans valeur pour notre mode de recherches.

Après de nombreux essais, nous nous sommes arrêtés au sulfocyanure de potassium ($KCyS^2$) en dissolution dans de l'eau.

Papier réactif pour les sels de bismuth. — On imbibe l'une des faces d'une feuille de papier blanc avec une dissolution aqueuse de sulfo-cyanure de potassium ; on la fait sécher ; et l'on a ainsi un papier réactif pour les sels solubles de bismuth. Depuis plus de deux mois que nous nous servons du même papier, il n'a rien perdu de sa sensibilité. Un sel soluble de bismuth — chlorure ou azotate — y fait apparaître une *belle tache jaune.* Cette tache disparaît facilement lorsqu'on fait couler dessus un léger filet d'eau. Nous ne connaissons pas encore exactement la la composition de cette tache jaune.

Recherche du bismuth. — Le plus habituellement, nous nous servons d'un couple zinc et platine. La liqueur à essayer étant acidulée avec les acides sulfurique ou chlorhydrique purs, nous y plongeons le couple pendant quelques minutes.

Le bismuth amené, par électrolyse, sur le fil de platine, est converti en chlorure, par le chlore.

Il est essentiel que le fil soit complétement débarrassé du chlore, pour que la tache jaune apparaisse sur le papier réactif; car ce dernier est teint en *rose* par ce gaz et par les acides. Pour qu'il n'y ait plus de chlore, il suffit de laisser sécher le fil de platine à l'air ou de le chauffer légèrement. On humecte alors le papier, soit avec de l'eau, soit avec la langue, et l'on passe dessus le fil de platine : UN TRAIT D'UN BEAU JAUNE APPARAIT IMMÉDIATEMENT.

Sensibilité du réactif. — Dans 10.C^3 d'eau additionnés de 2.C^3 d'acide sulfurique, nous avons laissé tomber $\frac{1}{30}$ C^3 d'une liqueur titrée dont la richesse en sous-nitrate de bismuth était de $\frac{3}{2000}$; nous y avons plongé un couple zinc et platine, et après dix minutes le bismuth est apparu.

La richesse de cette liqueur en sous-azotate de bismuth était :

$$\frac{3}{2000} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{30} = \frac{1}{240,000}$$

Mais ce n'est pas là la limite de la sensibilité de notre réactif.

EXPÉRIENCES.

Nous avons fait des expériences avec le sous-nitrate de bismuth : 1° sur des malades, 2° sur des lapins.

1° Expériences sur les malades.

Le sous-nitrate de bismuth est un médicament d'un effet si certain dans un grand nombre de maladies, et spécialement dans les flux gastro-intestinaux, qu'il est devenu populaire, en quelque sorte. Malgré cela, on ne connaît pas, ou pour parler plus exactement, on ne connaît guère son action physiologique. MM. Trousseau et Pidoux ne parlent que de son action médicinale (1); M. Gubler le considère comme un antiacide et un absorbant mécanique (2); M. Fonssagrives, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, s'étend beaucoup sur ses propriétés médicinales, mais il passe sous silence son action physiologique. Enfin, M. H. Gintrac, *dans le Dictionnaire de médecine prati-*

(1) *Traité de thérapeutique*, Trousseau et Pidoux. Cinquième édition, t. I, p. 161.
(2) *Commentaires thérapeutiques*, Ad. Gubler. Page 559.

que, etc., parle des expériences de Girbal et Lazowski, et de celles de Bricka, d'où il résulte que, par des procédés analytiques qui n'ont pas demandé moins d'un mois de manipulations, ces savants ont pu constater la présence du bismuth dans les tissus et dans les humeurs.

Dans le courant de janvier et de février, nous avons journellement analysé l'urine de malades à qui nous donnions du sous-azotate de bismuth. Ce métal y est toujours apparu avec la plus grande netteté; il s'y montre au bout de quelques heures.

Conclusions. — Nous en avons conclu que le bismuth est promptement absorbé et s'élimine par l'urine.

2° Expériences sur les lapins.

Le 1er mars, nous donnons 1gr,20 de sous-azotate de bismuth à deux lapins du poids d'un kilogramme et demi chacun.

Le 2 mars, nous tuons un de ces lapins et nous conservons l'autre jusqu'au 9 du même mois.

Premier lapin. — 2 mars. Le lapin a pris la veille environ 60 centigrammes de sous-nitrate de bismuth ; nous le tuons.

Autopsie. — L'estomac renferme, dans la région cardiaque, une foule de boulettes dont la grosseur varie entre celle d'un pois et celle d'une petite noisette. Ces boulettes sont enveloppées par un enduit blanchâtre d'une certaine résistance; leur contenu est identique avec celui des autres matières de l'estomac.

Résultat de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Reins et urine..............	abondant après 20 minutes
2° Foie......................	— 30 —
3° Sang......................	très-abond. apr. 30 —
4° Rate......................	abondant après 30 —
5° Muscles....................	douteux après 30 —
6° Boulettes de l'estomac........	très-abond. apr. 15 —
7° Contenu de l'estomac.........	extr.-abondant 10 —

Ainsi, le bismuth se répand promptement et abondamment dans tout l'organisme.

Deuxième lapin. — 9 mars. Il y a huit jours que ce second lapin n'a pas pris de sous-nitrate de bismuth et il n'en a ingéré qu'environ 60 centigrammes le 1er mars; nous le tuons.

Résultat de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Reins et urine..............	abondant après 30 minutes.
2° Foie......................	assez-abond. apr. 30 —
3° Rate..........	très-sensible apr. 30 —
4° Crottes....................	abondant après 30 —
5° Contenu de l'estomac.........	très-abond. apr. 15 —
6° Sang......................	abondant après 30 —

Il faut bien remarquer que l'analyse du sang avec ($KCyS^2$) donne une double couleur : l'une *rouge brun* qui est due au fer du sang, et l'autre, *jaune*, qui provient du bismuth. Ces deux couleurs sont quelquefois si bien confondues, que le résultat ne semble pas très-net ; mais le plus habituellement le rouge brun est au centre du trait, tandis que le jaune apparaît aux bords.

Réflexions sur l'autopsie et sur l'analyse des tissus et des humeurs de ce lapin.

L'autopsie et l'analyse des humeurs et des organes de ce lapin nous ont présenté deux faits qui méritent la plus grande considération :

1° Une grande plasticité du sang ;

2° La présence du bismuth, en abondance, dans tout l'organisme, huit jours après une seule dose de 60 centigrammes.

1° *Plasticité du sang.* — En tuant ce lapin, les vaisseaux du cou ont été rompus et le sang est venu immédiatement et en abondance par le nez et par la bouche ; il a été recueilli en grande quantité dans une soucoupe où il a formé de suite un caillot si consistant que nous avons pu renverser immédiatement cette soucoupe sans qu'il s'en écoulât une goutte.

Le sous-nitrate de bismuth aurait-il une propriété plastique considérable, contrairement à l'opinion de Lussana ? Lorsque le médecin italien — à la suite d'expériences — a avancé que le sous-azotate de bismuth était fluidifiant et pouvait produire le scorbut, il s'était évidemment servi d'un sel impur. Le nôtre, au contraire, était chimiquement pur, comme nous nous en sommes assurés.

3° Nouvelles expériences sur les malades.

Lorsque l'occasion clinique s'en présentera, nous ferons des recherches pour nous assurer si le sous-nitrate de bismuth augmente la plasticité du sang ; nous croyons que c'est dans l'hyperhydrurie simple ou glycosique et dans les états anémiques que cette expérimentation doit être tentée. Mais nous devons dire de suite que nous avons déjà administré le sel de bismuth, dans ce but, à trois malades qui n'étaient pas dans les conditions que nous venons d'énoncer :

A. à deux maladies de cœur, avec œdème général.

B. à une petite fille que nous avons déjà ponctionnée neuf fois pour un kyste ovarique, et que nous étions sur le point de ponctionner de nouveau.

A chacune de ces trois malades, nous avons donné, chaque jour, 2 grammes de sous-nitrate de bismuth ; mais après la seconde dose nous avons dû y renoncer. Les deux cardiopathes étaient plus infiltrées et plus oppressées, et la petite fille avait les lèvres cyanosées. Nous avons ordonné un drastique aux maladies du cœur et ponctionné la petite kystique. Cette paracentèse nous a fourni l'occasion de constater que le LIQUIDE DE L'ÉPANCHEMENT RENFERMAIT DU BISMUTH.

C'est le mode d'action du sous-nitrate de bismuth dans ces trois cas qui nous fait supposer que son emploi pourrait bien être avantageux dans l'hyperhydrurie.

2° *Présence du bismuth dans tout l'organisme d'un lapin, huit jours après qu'il a cessé d'en prendre.* — A quoi peut-on attribuer la présence du bismuth dans tout l'organisme de ce lapin, alors qu'il n'en avait pris qu'une seule dose de 60 centigrammes, et cela depuis plus de huit jours ? A cet égard, nous pouvons faire trois hypothèses que les expériences ci-après nous font supposer plus ou moins vraies chacune : 1° la présence prolongée du bismuth peut tenir à ce que le sel absorbé imprègne profondément les tissus qui l'éliminent ensuite lentement ; 2° à ce que le sous-azotate de bismuth absorbé est rejeté, en partie, par la bile, dans l'intestin, puis réabsorbé de nouveau, de telle façon qu'il y ait des

absorptions et des éliminations successives, par un mécanisme analogue à celui décrit par M. Cl. Bernard, pour l'iodure de potassium (1) ; 3° enfin, cela peut tenir à la digestion spéciale du lapin : cet animal, en effet, a constamment l'estomac plein, et les substances alimentaires parcourent lentement son long tube intestinal. Il n'est pas étonnant, dès lors, que le bismuth se trouve dans les tissus et dans les humeurs tant qu'il y en a à absorber dans l'appareil digestif ; mais si cette dernière hypothèse est vraie, il faut remarquer que le bismuth est absorbé avec une facilité que nous n'avons pas observée pour le plomb et pour l'or.

4° Nouvelles expériences sur une malade.

Voulant savoir si le sous-nitrate de bismuth s'élimine lentement chez les malades, nous avons donné, un jour, 50 centigrammes de ce sel à une phthisique atteinte de diarrhée.

Résultats de l'analyse des urines.

Le lendemain	abondant.
Troisième jour	très-sensible.
Cinquième jour	en faible quantité.
Sixième jour (50 centigrammes d'iodure de potassium	la quantité semble la même.
Septième jour	douteux.
Huitième jour	négatif.

Ainsi, dans l'espèce humaine, l'élimination du bismuth se fait très-lentement et l'iodure de potassium ne paraît pas avoir une action marquée sur cette élimination ; mais cette expérience est à recommencer parce qu'elle a été faite dans de mauvaises conditions.

5° Recherche du bismuth dans un cadavre, après cinq jours.

Une malade atteinte d'alcoolisme chronique, avec méningite chronique, péritonite chronique et cirrhose du foie et de la rate, entre dans notre service, le 15 mars. Elle est atteinte de lientérie, nous lui donnons 1 gramme de sous-nitrate de bismuth ; mais elle est prise de coma et meurt, le 21, sans avoir repris connaissance.

(1) *Archives générales de médecine*. Janvier 1853.

Résultats de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Cerveau	rien.
2° Foie	sensible.
3° Rate	rien.
4° Péritoine	rien.
5° Reins	sensible.

L'absorption a-t-elle été régulière dans cet état comateux, et avec les lésions organiques abdominales qui existaient ? Dans tous les cas, après cinq ou six jours, les reins et le foie seuls renfermaient des traces de bismuth.

6° Recherche du bismuth dans un cadavre, après douze jours.

Une femme, atteinte d'un cancer généralisé des organes du ventre et spécialement de l'utérus, nous est amenée exsangue le 9 mars.

Le 10, nous lui donnons 2 grammes de sous-nitrate de bismuth.

Le 22 mars, elle meurt.

Résultat de l'analyse et des tissus et des humeurs.

Reins	négatif.
Foie	négatif.
Rate	négatif.

Le résultat est négatif partout.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

De tout ce qui précède, nous croyons pouvoir conclure que :

1° Le sous-nitrate de bismuth s'absorbe promptement et imprègne profondément les tissus ;

2° Il s'élimine lentement ;

3° Il semble augmenter la plasticité du sang.

Nos expériences complémentaires sur l'or, et plus spécialement sur le plomb, ne sont pas encore terminées ; nous les donnerons probablement en même temps que notre Mémoire *sur l'argent*, qui sera rédigé bientôt.

absorptions et des élimi
analogue à celui décrit
tassium (1) ; 3° enfin
lapin : cet animal, e
substances alimen
testinal. Il n'est
dans les tissus
dans l'appar
il faut rem
que nous

NCES

...ans la séan

.. S. CHANTRAN

...neur de communiquer à l'Académie, dans sa se...
V ...et 1871, unenote sur la régénération des membres de
m ...visse, et j'ai dès lors annoncé que des expériences nouvelles
sur la régénération des yeux chez ce crustacé étaient entreprises,
au Collége de France, dans les viviers-laboratoires de M. Coste.
Aujourd'hui, je viens faire connaître à l'Académie les résultats
que j'ai obtenus.

Ayant observé que les yeux de l'écrevisse se dépouillent, lors de la mue, comme toutes les autres parties du test de cet animal, j'ai été conduit à opérer l'ablation de ces organes, afin de constater si les mues successives amenaient quelque changement dans la mutilation subie par les organes visuels. J'ai reconnu que les yeux des écrevisses se régénèrent; ils se régénèrent normalement et anormalement, plus lentement ou plus rapidement, suivant l'âge ou le moment de la vie des sujets sur lesquels on opère. Voici les faits :

Si l'on pratique sur un animal d'un an l'excision des globes oculaires, au mois d'octobre, c'est-à-dire au moment où les mues de l'année sont accomplies et que, par conséquent, l'opération faite, l'écrevisse n'est plus soumise pendant plus de six mois au travail des mues, on voit la mutilation persister pendant toute cette période de repos et ne se modifier que sous l'influence de l'action des mues successives de l'année suivante. Ainsi les yeux d'un certain nombre d'écrevisses d'un an ont été coupés au mois d'octobre 1871, à la fin de la saison des mues : l'année suivante,

-que ces sujets eurent avaient des bourgeons avec des

'es mues, leurs y - avaient des bourgeons avec des

mois après

-égéné sont repoussés.

x sont parfaits.

l sur les deux yeux.

-beaux bourgeons, avec

au contrair. 'ssés.

, de deux ans, soit im. s.

soit dans l'intervalle de deux n. '71.

l'œil, contrarié sans doute par la t avec des points

cessives et rapprochées apportent dan.

mal, ne s'accomplit pas toujours d'une m. très-appa-

Ainsi les globes oculaires enlevés sur un cert.

visses de deux ans se sont tous régénérés après aux que

mues; mais l'un des yeux présente assez souvent, a.

de la prunelle, des altérations qui permettent de douter s. nts

tion visuelle peut s'y accomplir, car tantôt la prunelle n'es présentée que par un trait noir sur le globe de l'œil, tantôt existe deux prunelles, mais dont chacune est plus petite que la prunelle normale; dans d'autres cas, l'un des yeux reste sensiblement plus petit que l'autre.

Enfin, chez les écrevisses adultes, les femelles ne muant dans l'année qu'une fois et les mâles deux fois, l'excision des yeux faite sur ces sujets ne m'a donné jusqu'à présent que des résultats incomplets; car, même après la deuxième mue, le travail de régénération des yeux n'a produit que des bourgeons avec des points noirs, et, chez une de ces écrevisses dont les yeux ont été coupés après la mue de septembre 1871, un bourgeon opaque et bifide est venu remplacer un des yeux qui avaient été enlevés.

J'ajouterai qu'en faisant ces expériences j'ai toujours eu soin d'enlever les yeux à peu près à moitié des pédoncules, c'est-à-dire d'enlever le globe de l'œil tout entier, en ne laissant subsister que la base du pédoncule, partie qu'il est essentiel de laisser à l'animal, car lorsqu'on procède, soit par excision totale, soit par arrachement du pédoncule, l'œil ne se régénère jamais.

Dans une prochaine communication, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des recherches que je poursuis en ce moment sur la formation des concrétions pierreuses de l'écrevisse, connues dans l'ancienne pharmacopée sous le nom d'*yeux d'écrevisse.*

EXPÉRIENCES.

N° 1. — L'ablation a été faite sur un sujet de deux ans, après la mue du 26 juin 1871.

Première mue, 29 juillet 1871 : les yeux avaient des bourgeons opaques très-peu apparents.

Deuxième mue, 11 septembre 1871 : les bourgeons un peu plus apparents.

(Il n'y a point de mue pendant l'hiver.)

Troisième mue, 4 juillet 1872 : les yeux avaient des points noirs très-apparents.

Quatrième mue, 28 août suivant : les yeux étaient repoussés, mais un œil avait un trait noir au lieu d'une prunelle.

N° 2. — L'ablation a eu lieu le 30 juin, tout de suite après la mue.

Il n'y a eu qu'une mue en 1871.

Première mue, 6 septembre 1871 : les yeux avaient des bourgeons opaques.

Deuxième mue, 12 juin 1872 : les yeux avaient des points noirs très-apparents.

Troisième mue, 15 juillet suivant : les yeux étaient repoussés, mais l'un d'eux se trouvait avoir deux prunelles.

Quatrième mue, 3 octobre 1872 : même état.

N° 3. — L'ablation a eu lieu le 30 juin, après la mue, sur l'œil droit.

Première mue, 22 septembre 1871 : l'œil avait un bourgeon opaque.

Deuxième mue, 21 juillet 1872 : l'œil avait un point noir.

Troisième mue, 14 septembre 1872 : l'œil avait un point noir très-apparent.

Ce sujet n'a subi que trois mues au lieu de quatre.

L'œil était resté plus petit.

Ainsi, dans ces trois expériences, l'ablation a été faite tout de suite après les mues et à une époque trop rapprochée de cet acte, ce qui a causé le développement de deux monstruosités et un œil plus petit.

EXPÉRIENCES FAITES SUR DES SUJETS D'UN AN ET TROIS MOIS QUI ONT DÉJA SUBI NEUF ET DIX MUES.

N° 4. — L'ablation a été faite au mois d'octobre 1871 sur les deux yeux. Le sujet a passé l'hiver sans mues.

Première mue, 29 mai 1872 : les yeux avaient des bourgeons avec des points noirs très-peu apparents.

Deuxième mue, 30 juin suivant : les yeux avaient des bourgeons avec des points noirs très-apparents.

Troisième mue, 29 juillet suivant : les yeux sont repoussés.

Quatrième mue, 7 septembre suivant : les yeux sont parfaits.

N° 5. — L'ablation faite au mois d'octobre 1871 sur les deux yeux.

Première mue, 30 mai 1872 : les yeux ont de très-beaux bourgeons, avec points noirs très-apparents.

Deuxième mue, 7 juillet suivant : les yeux sont repoussés.

Troisième mue, 15 août suivant : les yeux sont parfaits.

Quatrième mue, 17 septembre suivant : même état.

N° 6. — L'ablation faite sur les deux yeux en octobre 1871.

Première mue, 6 juin 1872 : les yeux ont des bourgeons avec des points noirs.

Deuxième mue, 13 juillet suivant : bourgeons et points noirs très-apparents.

Troisième mue, 26 août suivant : les yeux sont repoussés.

Il n'y a que trois mues. Les yeux ne sont pas tout à fait aussi beaux que les précédents.

N° 7. — L'ablation a été faite sur les deux yeux en octobre 1871.

Première mue, 20 juin 1872 : les yeux ont des bourgeons avec points noirs.

Deuxième mue, 19 juillet suivant : bourgeons avec points noirs très-apparents.

Troisième mue, 31 août suivant : les yeux sont repoussés.

Il n'y a que trois mues.

N° 8. — L'ablation a été faite sur l'œil gauche en octobre 1871, et sur l'œil droit en avril 1872.

Première mue, 16 juin 1872 : œil gauche avec bourgeon et point noir, et œil droit avec bourgeon opaque.

Deuxième mue, 11 juillet suivant : œil gauche repoussé, et œil droit avec un point noir.

Troisième mue, 11 août suivant : œil gauche parfait, et œil droit avec point noir très-apparent.

Quatrième mue, 15 septembre suivant : même état, à peu de chose près.

N° 9. — L'ablation faite sur l'œil droit en avril 1872.

Première mue, 30 mai 1872 : l'œil a un bourgeon opaque.

Deuxième mue, 1er juillet suivant : l'œil a un point noir.

Troisième mue, 1er août suivant : même état, à peu de chose près.

Quatrième mue, 13 septembre suivant : point noir très-apparent.

N° 10. — L'ablation faite en avril 1871 sur l'œil gauche.

Première mue, 6 juin 1872 : l'œil avait un bourgeon opaque.

Deuxième mue, 11 juillet suivant : l'œil avait un bourgeon avec point noir.

Troisième mue, 29 août suivant : même état, à peu de chose près.

Il n'y a eu que trois mues.

N° 11. — L'ablation faite sur l'œil droit en avril 1871.

Première mue, 18 juin 1872 : l'œil a un bourgeon opaque.

Deuxième mue, 14 juillet suivant : bourgeon avec point noir.

Troisième mue, 16 août suivant : même état, à peu de chose près.

Quatrième mue, 6 octobre suivant : bourgeon avec point noir très-apparent.

Il résulte de ces huit dernières expériences que les sujets dont les yeux ont été enlevés en octobre sont repoussés, et plusieurs sont parfaits ; et que ceux enlevés en avril, quoique repoussés, sont restés beaucoup plus petits. L'expérience prouve que le repos de l'hiver est favorable.

N° 12. — Ablations faites sur des sujets adultes.

Comme les mues ont lieu à des époques plus éloignées, la régénération est lente. Plusieurs ont subi deux mues, et l'on aperçoit des bourgeons avec des points noirs, mais ceux qui n'ont subi qu'une mue n'ont que des bourgeons opaques ; un sujet qui n'a qu'une mue a deux bourgeons dans un œil. L'ablation avait été faite immédiatement après la mue de septembre 1871.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

MODIFICATIONS DE LA COMPOSITION IMMÉDIATE DES OS

Par M. Fernand PAPILLON (1)

§ 3. Expériences (suite).

Les événements ont interrompu la continuation de ces recherches. Je donnerai dans cette deuxième partie les résultats d'analyses d'os provenant d'animaux mis en expérience avant la guerre, et je ferai connaître un rapport remarquable entre les quantités des métaux qui peuvent être substituées au calcium et les poids atomiques de ces métaux.

Expérience III. — Le lundi 6 septembre 1869, un jeune pigeon est renfermé dans une cage et soumis au régime suivant : eau distillée mélangée de chlorures, carbonates, sulfates et nitrates de potasse et de soude dans la proportion de 1 gramme 1/2 par litre ; le blé roulé dans une pâte fine, obtenue avec du phosphate de strontiane pur, et le liquide précédent additionné d'un peu d'acide chlorhydrique.

La vie de l'animal ne semble pas éprouver de modification sous l'influence de ce régime. Toutes les fonctions s'accomplissent de façon la plus régulière.

Le 1er avril 1870, le pigeon est sacrifié. Il est cuit et désossé avec toutes les précautions convenables. Les os sont calcinés et l'analyse des cendres donne, en centièmes, les chiffres suivants :

Chaux	46,75
Strontiane	8,45
Acide phosphorique	41,80
Phosphate de magnésie	1,80
Résidu	1,10
	99,80 (2)

(1) Voy. *Journal de l'anat. et de la physiol.* N° 2, mars et avril 1870.

(2) Analyse faite par M. Pisani.

Expérience IV. — Le 6 septembre 1869, un pigeon, enfermé dans une cage, est soumis au régime exclusif du blé roulé dans une pâte fine de phosphate et carbonate de magnésie mélangés, et de l'eau distillée, additionnée des sels de l'eau ordinaire, moins ceux de chaux.

L'animal s'accommode parfaitement de cette alimentation et ne paraît pas souffrir beaucoup de l'atmosphère du laboratoire malsain dans lequel il est installé (1). Le 4 avril 1870, il est sacrifié par strangulation, cuit et désossé. Les os, soumis à l'analyse, donnent, pour 100 parties de cendres, les résultats suivants :

Chaux	51,76
Magnésie	1,81

Expérience V. — Le samedi 21 mai 1870, une grosse poule blanche reçoit à couver une douzaine d'œufs. Le vendredi 10 juin suivant, l'incubation est terminée. Quelques œufs ne s'ouvrent pas ; quelques petits meurent en naissant ; finalement il n'y a que six poulets. Je tue l'un d'eux et je mets immédiatement les autres au régime suivant : riz cuit dans l'eau distillée additionnée de phosphate et de carbonate de magnésie ; eau distillée additionnée du plus grand nombre des sels de l'eau ordinaire, moins ceux de chaux.

La santé des poussins est bonne. Cependant ils se développent lentement. Cela tient à ce qu'ils ne sont pas dans les mêmes conditions que dans une basse-cour. J'ai été obligé de les installer dans un endroit obscur et mal aéré, faisant partie de mon logement.

Le 28 juin, le riz est remplacé par du blé que je fais cuire avec les sels indiqués plus haut.

Les cinq poulets meurent ou sont sacrifiés successivement aux époques suivantes : 4 juillet (I), 12 juillet (II), 15 juillet (III et IV), 25 juillet (III). Sitôt morts, ils sont cuits, et les os, nettoyés avec soin, sont recueillis. J'ai eu le regret d'égarer depuis les os des poulets III et IV. Ceux des poulets I, II et III ont été analysés

(1) Le laboratoire de M. Robin, où j'ai commencé ces études.

et ont fourni, pour 100 parties de cendres, les résultats suivants (1) :

	Poulet n° I ayant vécu 24 jours.	Poulet n° II ayant vécu 31 jours.	Poulet n° III ayant vécu 41 jours.
Chaux	53,45	51,59	50,51
Magnésie	0,83	0,90	2,01

(Il n'y avait que des traces inappréciables de magnésie dans les os du poulet tué à l'instant de sa naissance.)

Il eût été intéressant de prolonger davantage ces expériences ; mais, comme les dates le font voir, elles ont été interrompues par les néfastes événements de 1870. Toutefois j'ai fait depuis lors, dans le même sens, un autre essai dont voici le résultat.

Expérience VI. — Au milieu de l'hiver de 1871, trois écrevisses, âgées de trois ans, sont placées, au laboratoire de M. Coste, dans un bassin dont l'eau, incessamment renouvelée, passe sur un lit de phosphate et carbonate de magnésie mélangés. En août et septembre 1872, deux de ces écrevisses, au moment même où elles viennent de muer, sont sacrifiées. On retire du corps de l'animal les hémisphères pierreuses logées aux environs de l'estomac, et connues vulgairement sous le nom d'*yeux d'écrevisses*. Ces pierres, qui se forment quelques semaines avant la mue, constituent la réserve de calcaire affectée à la confection de la nouvelle carapace. En effet, sitôt que la mue a eu lieu, elles entrent en dissolution, par un mécanisme encore inconnu, la carapace se forme, et, au bout de quarante à soixante heures, elles ont totalement disparu.

Trois des quatre pierres ainsi obtenues ont donné à l'analyse, pour 100 de cendres :

Chaux	55,37
Magnésie	0,35

Dans l'état normal, la pierre ne renferme pas de quantité appréciable de magnésie.

J'avouerai franchement que, tout d'abord, je m'attendais, dans ces expériences, à une fixation plus considérable de magnésie ;

(1) Plusieurs de ces analyses ont été faites dans le laboratoire de M. Schützenberger, par M. Davignon, à qui j'adresse tous mes remercîments.

je recherche en ce moment les raisons de la faible proportion de cette base dans la pierre d'écrevisse. Pour ce qui regarde les os, on s'en rend compte par d'autres considérations.

Si, en effet, on compare maintenant les résultats que je publie dans la présente note, non-seulement entre eux, mais aussi avec ceux que j'ai rapportés, il y a trois ans ; si l'on confronte ces documents analytiques, émanés des divers chimistes et à des époques diverses, on sera frappé de voir à quel point ils concourent spontanément à la démonstration d'un rapport remarquable, digne peut-être de l'attention de l'Académie. Assurément les faits ne sont pas encore assez nombreux pour permettre d'élever ce rapport à la hauteur d'une loi; mais ils sont assez nets pour permettre de le marquer sans hésitation.

Je donne aujourd'hui, pour la composition minérale des os d'un pigeon soumis au régime de la magnésie, du 6 septembre 1869 au 4 avril 1870, les chiffres suivants :

Chaux	51,76
Magnésie	1,81

J'annonce également que les os d'un pigeon soumis, dans des conditions analogues et dans des limites de temps identiques, au régime de la strontiane, ont fourni, à l'analyse, la proportion suivante de chaux et de strontiane :

Chaux	46,75
Strontiane	8,45

Or, les chiffres 1,81 et 8,45 sont à peu près dans le même rapport que les chiffres 24 et 87,5, qui expriment les poids atomiques respectifs du magnésium et du strontium.

Voici un second exemple. Il y a trois ans (1), j'ai publié deux expériences, faites l'une et l'autre sur des rats, et dans des limites identiques (16 septembre au 27 novembre 1869). Elles ont trait à la fixation de l'alumine et de la magnésie. On y voit que les os ont fourni, pour l'animal soumis à l'alumine, 6,95 de cette terre, et pour l'animal soumis à la magnésie, 3,56 de cette base.

(1) *Journ. de l'anat. et de la physiol.* Mars et avril, 1870.

Or, ces chiffres sont entre eux comme les nombres 45 et 24, qui représentent le poids atomique (multiplié par 2) de l'aluminium et celui du magnésium (1).

Il est donc permis de remarquer provisoirement que la quantité des métaux capables d'entrer, par fixation ou substitution, dans les trames organiques, semble être proportionnelle aux poids atomiques de ces métaux. Il paraît y avoir une connexion entre la vitesse des mouvements trophiques et le poids des atomes contenus dans les ingrédients nutritifs.

Je n'ose vraiment pas insister sur une question qui semblera bien conjecturale encore aux esprits sévèrement fidèles à la méthode expérimentale; mais j'ai parlé de la vitesse des mouvements trophiques, je demande la permission de dire, en terminant, également à titre de provision, l'utilité que peuvent avoir, à ce point de vue, les expériences du genre de celle dont il s'agit ici. Elles fournissent, en effet, le moyen direct de mesurer cette vitesse. En introduisant, à un moment donné, un principe immédiat extraordinaire dans l'économie, et en marquant le temps qui s'écoule depuis l'instant où ce principe est assimilé par un tissu jusqu'à celui où il est éliminé, on a tous les éléments nécessaires pour déterminer la durée de l'évolution d'un tel principe dans l'économie. S'il est vrai, comme le pense M. Claude Bernard, que le plus grand *desideratum* de la Physiologie soit, à l'heure qu'il est, la connaissance du mécanisme des opérations nutritives, il est manifeste qu'un des facteurs importants de ce mécanisme est la durée même du passage d'une molécule déterminée dans les trames de l'organisation.

(1) Les chimistes considèrent en effet que le poids atomique de l'aluminium doit être doublé pour correspondre à celui du magnésium.

SUR CERTAINS CAS

D'ANGIOLEUCITE SUPPURÉE

COINCIDANT AVEC L'ÉRYSIPÈLE

Par P. LORDEREAU
Interne des hôpitaux.

PLANCHE VIII.

Les auteurs ne paraissent pas avoir souvent trouvé, à l'autopsie, du pus dans les vaisseaux lymphatiques de régions affectées d'érysipèle, soit que cette lésion soit réellement rare, soit qu'elle n'ait pas été cherchée avec un soin suffisant.

Les bulletins de la Société anatomique n'en contiennent aucun cas ; il nous a été impossible de retrouver ceux qui, d'après un ouvrage récent, auraient été vus par Ribes et par Blandin (1). Nous avons eu quelque peine à en réunir quatre.

Encore, dans les trois premiers, les observateurs, uniquement préoccupés de savoir si le pus s'était produit dans les lymphatiques, ou s'il y avait pénétré par absorption, ne se sont pas attachés à préciser la nature de la maladie dont les téguments avaient été atteints. Si l'on se rappelle qu'à l'époque où ces faits ont été observés, l'érysipèle et le phlegmon diffus étaient confondus par presque tous les pathologistes, on se demandera s'il ne faudrait pas restituer au phlegmon diffus le premier, que son auteur (Cruveilhier) qualifie d'érysipèle phlegmoneux, et surtout le second et le troisième (faits de Rayer et Cruveilhier) qui portent le titre de *phlegmons érysipélateux*. L'absence de détails nous oblige à rester au moins dans le doute. Quant au quatrième cas

(1) Voyez Ribes, *Exposé sommaire de quelques recherches* (*Mém. de la Soc. médic. d'émul.* 1816, tome VIII, p. 604. Reproduit dans : Ribes, *Mém. d'anat. et de physiol.* 1841, t. I, p. 1).

Blandin, *Journal des connaissances médico-chirurg*. 5e année, juillet 1837, p. 8, *Gaz. des hôp*. 1841, p. 292 ; et note dans Nélaton, t. I, p. 91, 1re édition.

(Desprès), les caractères de l'érysipèle y ont été nettement constatés.

Quoi qu'il en soit, nous allons reproduire ces quatre faits. Nous en ajouterons trois inédits, un que M. le professeur Vulpian nous a fait l'honneur de nous communiquer, un autre que M. Cruveilhier nous a permis de recueillir tout récemment dans son service à Saint-Louis, un troisième enfin que nous avons observé avec notre collègue Cadiat dans le service de M. de Saint-Germain, à Saint-Antoine.

Le plus ancien cas que nous ayons rencontré dans les auteurs a été observé par Cruveilhier, dans le service de Dupuytren, sur une femme atteinte d'une tumeur de la partie supérieure et interne de la cuisse.

« La malade fut prise d'une fièvre adynamique à laquelle elle » succomba. Peu de jours avant sa mort, une inflammation avait » eu lieu dans le tissu cellulaire sous-cutané de la partie interne » de la tumeur; des phlyctènes s'y étaient formées (1). »

L'autopsie fut faite par Dupuytren.

« A peine eut-il divisé la peau dans une certaine étendue, qu'il » vit se former des points blancs sur l'une et l'autre lèvre de » l'incision. Surpris de ce phénomène, il dissèque avec soin la peau » qui recouvre la tumeur, et voit le tissu cellulaire sous-cutané » parcouru par des lignes blanchâtres dont quelques-unes étaient » grosses comme des plumes de corbeau. Ces lignes étaient évi- » demment des vaisseaux absorbants; en effet, lorsqu'on poussait » le liquide depuis l'origine de ces vaisseaux jusqu'aux corps lym- » phatiques, on n'éprouvait aucun obstacle, mais le dirigeait-on » en sens inverse, aussitôt se manifestaient des nodosités sépa- » rées par des enfoncements circulaires qui répondaient aux val- » vules, et le liquide ne pouvait pas circuler. Les corps lympha- » tiques étaient aussi bien injectés par le pus qu'ils l'auraient été » par le mercure dans les préparations les plus délicates.

(1) L'auteur ne donne pas ici de nom à cette inflammation; dans son *Anatomie pathologique du corps humain*. Liv. XIII, p. 7, revenant sur ce cas, il l'intitule *Érysipèle phlegmoneux*.

» ... On a poursuivi les vaisseaux lymphatiques au-dessus de la » tumeur jusque dans le bassin; ils étaient remplis de pus jus-» qu'auprès des corps lymphatiques de la région lombaire; mais » ces corps lymphatiques et le canal thoracique n'en présentaient » aucune trace (1). »

Malheureusement, dans ce cas, l'état des parois des lymphatiques n'a pas été étudié. Il ne devait guère s'éloigner de l'état normal, car l'auteur cite ce fait comme un exemple d'absorption du pus par les lymphatiques. M. Rayer interprète de même un cas analogue qu'il rapporte en ces termes:

« J'ai trouvé du pus dans les vaisseaux lymphatiques d'un » membre abdominal atteint d'un phlegmon érysipélateux, et sans » altération appréciable des parois de ces vaisseaux (2). »

Dans cette opinion, le pus qu'on trouvait dans les lymphatiques n'y avait pas pris naissance; il y pénétrait tout formé, et y circulait sans les altérer. Cette doctrine fut contestée, notamment par Magendie (3).

M. Cruveilhier lui-même, dans son *Anatomie pathologique du corps humain*, discute sa première opinion, et, sans la rejeter absolument, pense que, dans la plupart des cas au moins, le pus est le résultat d'une inflammation des lymphatiques eux-mêmes. A la vérité, on peut trouver du pus dans des portions du système lymphatique qui ont conservé toute leur intégrité. Mais « n'est-il » pas possible que ce pus ait été produit par inflammation dans » une partie de ces vaisseaux, antérieure, dans l'ordre de la » circulation, à celle que l'on observe (4)? »

Le fait suivant est parfaitement conforme à cette manière de voir.

« Un individu succomba, dans un état typhoïde, à un phlegmon » érysipélateux du membre inférieur. Plusieurs vaisseaux lym-» phatiques superficiels et profonds de ce membre étaient remplis » de pus dans toute leur longueur. Or, jusqu'au tiers inférieur de

(1) Cruveilhier, *Essai sur l'anat. pathol.*, 1816, p. 200.
(2) Rayer, *Maladies de peau*, 2e édit., 1835. Tome I, p. 156.
(3) Magendie, *Précis de physiol.* Tome II, p. 218.
(4) Cruveilhier, *Anat. path. du corps humain*. 1829-1835, liv. XIII, p. 8.

» la cuisse, ces vaisseaux, opalins, épaissis, étaient entourés d'un » tissu cellulaire fragile, infiltré, injecté; mais au niveau des » deux tiers supérieurs de la cuisse, il n'existait aucune trace » d'inflammation, de fluxion quelconque dans le tissu cellulaire » ambiant. Les ganglions injectés de pus étaient d'ailleurs par- » faitement sains (1). »

Ainsi, le pus a pénétré dans des portions saines des vaisseaux lymphatiques, mais les parties périphériques de ces vaisseaux étaient manifestement enflammées. L'érysipèle (si c'est, en effet, un érysipèle) était bien compliqué d'angioleucite.

La coïncidence de l'érysipèle et de l'angioleucite se manifestant, l'un par des plaques bordées d'un liséré saillant, l'autre par des traînées rouges sur le trajet connu des troncs lymphatiques, est d'ailleurs fréquente, on pourrait dire habituelle, dans les cas d'érysipèle traumatique des membres. Souvent même, on voit se développer une série de petits abcès dans le tissu cellulaire qui entoure les lymphatiques enflammés. Mais il est rare de constater, à l'autopsie, la présence du pus dans les lymphatiques. M. Després en a vu un exemple à la suite d'une plaie contuse du pied : A l'autopsie, on trouva « du pus dans le tissu cellulaire de la jambe, » autour des incisions, des fusées purulentes à la plante du pied. » Les lymphatiques de la cuisse et les ganglions auxquels ils se » rendent contenaient du pus (2). »

Voici un autre cas fort analogue :

Angioleucite suppurée accompagnant un érysipèle (observation communiquée par M. le professeur Vulpian).

Benoît (Frédéric), âgé de cinquante-six ans, est admis le 30 mars 1872 au lit n° 9 de la salle d'hommes du service de M. Vulpian. Les débuts de sa maladie ne sont pas connus. A son entrée, on constate que toute la jambe droite est rouge et œdématiée, ainsi que le dos du pied. Des lignes rouges, onduleuses, diversement mêlées entre elles, s'étendent le long de la partie interne de la cuisse jusqu'aux ganglions de l'aine, qui sont tuméfiés.

Les jours suivants, la rougeur et le gonflement augmentent; par places,

(1) Cruveilhier, *Anat. pathol. du corps humain*, liv. XIII, p. 8; et *Anat. path. génér.* p. 493.

(2) Després, *Traité de l'érysipèle*, 1862, obs. XVIII.

il y a tendance au sphacèle. Les doigts du pied sont envahis, un liquide séro-purulent suinte sur leurs surfaces de contact.

Le malade a parfois, le soir, des frissons, ou plutôt, dit-il, une sensation de chaleur (?).

On constate un peu d'albumine dans les urines.

Il meurt le 5 avril.

Autopsie pratiquée le 6. — Épaississement de la peau, infiltration séreuse et purulente du tissu cellulaire sous-cutané de la jambe. Les muscles paraissent sains.

Les vaisseaux lymphatiques qui se rendent aux ganglions inguinaux sont remplis de pus qui s'échappe quand on les incise. Quelques-uns atteignent le volume de plumes de corbeau. Ils sont bosselés. Le tissu cellulaire qui entoure ces vaisseaux est fortement congestionné, mais ne présente ni abcès, ni infiltration purulente.

Les glandes inguinales sont tuméfiées.

Le canal thoracique, examiné au point où il se jette dans la veine sous-clavière, ne contient pas de pus.

On ne trouve nulle part d'abcès métastatiques.

Examen microscopique (pratiqué sur des préparations mises à notre disposition par M. Vulpian). — La couche cornée de l'épiderme s'est détachée, mais la couche de Malpighi est restée à peu près en entier. De loin en loin, on remarque un défaut d'adhérence entre quelques points d'une papille et les cellules voisines.

Les papilles sont très-longues et remplies de sang épanché ainsi que la couche voisine du derme; on y voit peu de globules blancs, sauf sur le trajet des vaisseaux qui y pénètrent, et plutôt dans le calibre de ces vaisseaux ou dans leur paroi qu'autour d'eux.

Entre les faisceaux de la couche moyenne du derme, on voit une petite quantité de leucocytes. La couche profonde qui entoure les paquets adipeux en contient un plus grand nombre. Cette couche offre, dans toute son étendue, un aspect granuleux. Les cloisons qui séparent les vésicules de graisse sont aussi granuleuses et infiltrées de globules blancs.

Les veines du derme sont énormes, leurs parois peu épaisses. Les plus profondes sont gorgées d'un sang où les globules blancs ne semblent pas plus abondants que de coutume.

A mesure qu'elles se rapprochent des papilles, la quantité de sang diminue et cesse de remplir les veines dilatées. Quelques-unes sont tout à fait vides. Nous nous sommes demandé si c'étaient bien des veines, et s'il ne fallait pas y voir des lymphatiques. Après un long examen, nous avons trouvé que ces vaisseaux ressemblent beaucoup plus aux veines voisines, à moitié pleines de sang, qu'aux lymphatiques que nous avons vus dans d'autres cas, tantôt remplis de globules blancs, tantôt simplement distendus.

Nous sommes donc porté à croire qu'il n'y a pas de lésions des réseaux

lymphatiques du derme, bien que les troncs dont ils sont les origines soient remplis de pus.

Dans le cas dont on va lire maintenant l'observation, l'érysipèle n'est survenu que consécutivement à la lymphangite et a présenté plusieurs caractères qui ne sont pas ceux de l'érysipèle franc. Toutefois les différences ne nous paraissent pas suffisantes pour que la relation de ce fait soit déplacée ici.

Angioleucite suppurée et érysipèle. (Nous avons pratiqué nous-même l'examen anatomique du membre malade. Nous devons tout le reste de l'observation à notre collègue Eymery.)

Paynet (Jean-Baptiste), âgé de trente ans, est entré à l'hôpital Saint-Louis, dans le service de M. Cruveilhier, le mardi 1[er] avril 1873. C'est un garçon vigoureux, mais adonné à l'ivrognerie. Il a eu, il y cinq ans, une syphilis pour laquelle il s'est longtemps soigné. Il porte au tiers inférieur de la jambe gauche, une vaste cicatrice d'ulcère, probablement variqueux, qui occupe sur une hauteur d'environ 10 centimètres, les cinq sixièmes de la circonférence du membre. Il reste sur cette surface quelques érosions recouvertes de croûtes. De ces érosions part une traînée d'un rose vif, d'une largeur assez uniforme de 4 à 5 centimètres, qui suit très-exactement le trajet de la saphène interne et vient aboutir aux ganglions du triangle de Scarpa, qu'on sent très-manifestement engorgés. Cette traînée a partout la même teinte. On n'y voit rien qui ressemble à des réseaux. La rougeur disparaît complétement par la pression. Il y a peu de gonflement, pas de relief bien appréciable aux limites de la rougeur. On ne sent pas, en palpant, de cordons engorgés sous la peau. Il existe en même temps un embarras gastrique assez prononcé.

Éméto-cathartique ; cataplasmes.

Le vendredi 4, à la visite du soir, on trouve le pied et la jambe rouges et gonflés. Les ganglions poplités sont engorgés. Sur le pied, la rougeur a les caractères d'un érysipèle franc. Elle est vive, limitée par un bord saillant ; la peau est tendue, luisante. Sur la jambe, elle est diffuse, violacée, presque ecchymotique ; elle ne disparaît pas sous la pression du doigt. Cette coloration fait craindre le sphacèle. On fait une incision de 6 à 8 centimètres de long, au-dessus de la malléole interne. Il n'en sort pas de pus.

Aucune réaction inflammatoire ne se montre, les jours suivants, sur cette plaie ; ses bords deviennent grisâtres et se renversent.

Le lundi 7, la teinte ecchymotique envahit la bande rouge primitive, qui avait jusqu'alors gardé sa teinte franche. Le lendemain, les régions antérieure et interne de la cuisse se prennent également. Leur couleur lie de vin rappelle celle des varioles hémorrhagiques. Dès lors, plus de changement dans l'état local.

Par contre, l'état général s'aggrave. Le malade délire toutes les nuits. Le pouls, fréquent et ondulant depuis le vendredi, atteint 160 pulsations. La langue se dessèche, la voix s'altère, le ventre se ballonne, les poumons se congestionnent. Matité aux deux bases, râles sous-crépitants, dsypnée intense. Le malade meurt enfin dans un accès de suffocation.

Autopsie le vendredi 11 avril. — Les plèvres contiennent quelques cuillerées d'un liquide séro-sanguinolent. Les poumons sont fortement congestionnés, sans traces de pneumonie.

Le foie est volumineux, il remonte jusqu'à la quatrième côte. Il est très-manifestement gras. On n'y trouve, non plus que dans les poumons, aucun abcès métastatique.

Le membre abdominal gauche est beaucoup plus volumineux que le droit. La peau est rouge, violacée. Cette rougeur s'arrête nettement à un travers de doigt au-dessous de l'arcade de Fallope. Elle a persisté dans les points qu'elle occupait avant la mort, et s'est produite, en outre, à la partie postérieure par l'effet de la déclivité. L'épiderme se détache au moindre contact. A la partie interne, au niveau du tiers inférieur de la cuisse, on voit des taches noirâtres qui paraissent dues à une extravasation sanguine considérable. Une eschare qui intéresse toute l'épaisseur de la peau siége au-dessous de la malléole externe; elle a 5 ou 6 centimètres de diamètre. Une autre, large de 1 à 2 centimètres, siége à moitié de hauteur de la cuisse, un peu en arrière.

En incisant les téguments à la partie interne du pied, on voit le tissu souscutané incomplétement infiltré de pus.

Cette infiltration cesse vers l'extrémité inférieure de l'incision pratiquée pendant la vie, c'est-à-dire un peu au-dessus de la malléole interne. Ce n'est pas qu'on ne voie encore plus haut du pus sourdre des lèvres de l'incision, mais ce pus n'est plus infiltré ; il est contenu dans plusieurs vaisseaux lymphatiques. Ces vaisseaux, bosselés, d'un calibre qui varie de 1 à 2 millimètres, laissent voir par transparence le liquide qui les remplit. Leur surface est couverte d'arborisations vasculaires.

L'un de ces vaisseaux lymphatiques a été disséqué jusqu'aux ganglions inguinaux. On n'a pas poursuivi les autres, qui paraissaient d'ailleurs tout semblables, et avec lesquels il échangeait quelques anastomoses. Au tiers inférieur de la cuisse, le volume du vaisseau diminue, sans doute parce qu'il est moins distendu par le pus. Au tiers moyen, la colonne purulente s'interrompt, et dans un trajet de 10 centimètres environ, le vaisseau lymphatique n'est plus qu'un filament rougeâtre dont le diamètre mesure à peine deux dixièmes de millimètre.

Au tiers supérieur de la cuisse, on trouve de nouveau du pus, et le diamètre atteint 1 millimètre comme au tiers inférieur.

Le ganglion qui reçoit ce lymphatique a 2 centimètres de hauteur et 1 de largeur. Il est rouge, mais il ne contient pas de pus.

La plupart des autres ganglions lui sont de tout point semblables. Plusieurs reçoivent également des vaisseaux gorgés de pus, sans en contenir

eux-mêmes. Un seul ganglion, beaucoup moins volumineux, renferme à son centre un foyer purulent.

Le tissu cellulaire sous-cutané, dans lequel rampent ces lymphatiques, paraît sain, excepté à la partie inférieure de la jambe. Là il est injecté de sang et induré, comme au pied et au niveau des malléoles. On doit certainement chercher la cause de cette altération dans l'érysipèle et dans l'ulcère qui avait existé en cet endroit, non dans la lymphangite, qui aurait provoqué l'inflammation du tissu cellulaire sur toute la longueur du membre.

Les veines paraissent saines à la cuisse. Au niveau de l'incision pratiquée pendant la vie, vers la malléole interne, on en a observé une épaissie, indurée, et contenant des caillots friables et à moitié décolorés. Cet épaississement est sans doute encore une lésion ancienne. On n'a pas examiné si ce vaisseau avait été intéressé dans l'incision.

Dans le creux poplité, on trouve deux lymphatiques, venus de la partie profonde de la jambe, qui sont gorgés de pus. Le ganglion auquel ils aboutissent est gros et congestionné comme ceux du pli de l'aine. Il est accompagné de deux autres ganglions plus petits. Il paraît avoir arrêté le pus, car on n'a pas trouvé de lymphatiques purulents le long des vaisseaux fémoraux. Ces vaisseaux eux-mêmes, artère et veine, ont paru sains, ainsi que le tissu conjonctif qui les accompagne. Mais la dissection de ces organes a dû être faite à la hâte ; on n'a pas pu la poursuivre dans toute la longueur de la cuisse, et l'on ne peut pas affirmer que les lymphatiques profonds ne continssent pas de pus dans leur moitié supérieure.

Dans tous ces faits, la suppuration des lymphatiques accompagne celle du tissu cellulaire. Est-ce à dire qu'elle en dépende nécessairement et qu'elle ne puisse exister seule ? Non. Le malade que nous avons observé avec notre collègue Cadiat en fournit la preuve. Chez lui, l'angioleucite a suppuré dans des régions où l'érysipèle s'est terminé par résolution. De même chez une femme morte neuf jours après être accouchée, Cruveilhier a trouvé, pour toute lésion, du pus dans les lymphatiques utérins, « sans la » moindre trace, soit de péritonite, soit de sous-péritonite, soit » d'altération du tissu propre de l'utérus (1) ».

(1) Cruveilhier, *Anat. path. du corps humain*, liv. XIII, p. 14; et *Anat. path. génér.*, t. IV, p. 493.

Thoinnet a vu, dans l'épidémie dont il nous a donné la relation, des érysipèles, d'ailleurs non suppurés, se compliquer de bubons qui aboutissaient à la fonte purulente des ganglions malades. Mais nous ne voulons parler ici que des vaisseaux lymphatiques et non des ganglions. (Voy. Thoinnet : *Quelques mots sur une variété d'érysipèle traumatique par infection*, thèse, 1859.)

Angioleucite profonde dans le cours d'un érysipèle. (Présenté à la Société anatomique, le 27 novembre 1872, par MM. Cadiat et Lordereau, internes des hôpitaux; voy. la planche VIII, lithographiée d'après un croquis de M. Cadiat.)

Marceul, Jean-Victor, âgé de cinquante-trois ans, est entré à l'hôpital Saint-Antoine, salle Saint-Christophe, n° 30, le 23 novembre 1872, pour une plaie de la région antérieure du genou. Cette plaie était presque fermée quand un érysipèle se montra sur ses bords. Il occupait, sur leur face antérieure, presque toute la cuisse et une petite partie de la jambe. Les caractères en étaient aussi nets que possible. Il n'était pas compliqué d'œdème.

En même temps apparut une pneumonie à gauche. L'état général devint adynamique.

Les jours suivants, l'érysipèle envahit progressivement la jambe tout entière, puis le haut de la cuisse. Il y devint empâté, plus douloureux à la pression. On crut même constater de la fluctuation à la partie supérieure et externe de la cuisse. On y pratiqua une incision assez large, mais peu profonde. Il ne sortit que du sang.

Le malade succomba le 20 décembre.

Autopsie. — Le pannicule graisseux qui double la peau de la partie supérieure de la cuisse, au lieu de la teinte nette et brillante que présente habituellement le tissu adipeux, paraît terne, louche et visiblement différent du pannicule des régions que l'érysipèle n'a pas envahies et même de celles, comme la jambe, où il a disparu. On y remarque çà et là de très-fines gouttelettes de pus, uniformément réparties, qui probablement sont renfermées dans le réseau lymphatique superficiel. Dans le *fascia superficialis*, on voit des traînées longitudinales qui paraissent constituées par de petits vaisseaux lymphatiques injectés de pus. On n'a pas eu le temps de les disséquer.

Les lymphatiques profonds qui accompagnent les vaisseaux fémoraux sont gorgés de pus. On en remarque deux qui forment des cordons moniliformes, verdâtres parce qu'ils laissent voir leur contenu, et gros comme des plumes de corbeau. Ils rappellent tout à fait ceux qu'on rencontre dans les lymphangites utérines.

On les suit jusqu'aux ganglions poplités. Mais à 3 centimètres environ de ces ganglions ils deviennent beaucoup plus petits, rouges et vides de pus.

Au delà des ganglions, les lymphatiques afférents, qui proviennent surtout de la région profonde de la jambe, sont également vides dans une étendue de 3 ou 4 centimètres. Mais sous le soléaire on les retrouve gorgés de pus, comme ceux de la cuisse.

Les ganglions poplités, au nombre de trois, sont rouges, enflammés, mais ne contiennent pas de pus. Leur volume peut être comparé à celui de l'amande d'une noisette.

Les ganglions inguinaux présentent le même aspect. Ils ne sont pas non plus suppurés.

Les vaisseaux sanguins participent à l'inflammation. On voit des arborisations à leur surface. Le tissu cellulaire qui les entoure est induré : on a quelque peine à isoler l'un de l'autre l'artère, la veine et les lymphatiques.

Il n'y a aucune trace de suppuration dans les masses musculaires.

Le poumon gauche est le siége d'une congestion apoplectique étendue ; on n'y trouve ni les petits foyers hémorrhagiques, ni les abcès caractéristiques de l'infection purulente.

Les symptômes observés pendant la vie ne permettaient pas d'ailleurs de supposer que le malade succombât à l'infection purulente. Il est mort de son érysipèle, compliqué seulement d'une lymphangite suppurée.

Il est digne de remarque que les vaisseaux lymphatiques contiennent du pus dans toute l'étendue du membre, bien qu'à la jambe l'érysipèle se soit éteint sans avoir suppuré lui-même.

Examen microscopique (1). — L'épiderme a conservé son adhérence. Les papilles sont peu saillantes. Le derme est infiltré de leucocytes, surtout dans sa partie superficielle et dans le voisinage de la graisse. La couche moyenne est celle qui en contient le moins. On en trouve entre les vésicules adipeuses. Leur abondance varie beaucoup d'un point à un autre d'une même coupe. Il y a des parties qui en sont presque dépourvues, tandis qu'on en voit une grande quantité en déplaçant un peu la préparation.

Ils sont plus abondants autour des vaisseaux sanguins. Plusieurs de ces vaisseaux contiennent un caillot, d'autres sont vides ; en somme, il y a peu de congestion.

On ne trouve nulle part de vaisseaux lymphatiques distendus, ni remplis de globules blancs, comme dans certains cas d'érysipèle où rien n'a fait soupçonner, soit pendant la vie, soit à l'autopsie, que les lymphatiques du derme dussent être altérés.

Les faits que nous venons de rapporter ne nous paraissent pas seulement curieux. Nous pensons qu'ils peuvent aider à se faire une idée juste sur les cas où l'érysipèle et la lymphangite coïncident, même en l'absence de toute suppuration, et quelle que soit celle des deux lésions qui a suivi l'autre. Nous croyons aussi qu'ils éclairent la pathogénie de certaines suppurations qu'on observe parfois à la suite de l'érysipèle. Mais nous ne voulons aborder ici aucune de ces questions ; nous nous réservons de les traiter dans un travail qui est actuellement en préparation.

(1) Nous avons pratiqué cet examen sur des pièces préparées par Cadiat.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

A. Chaîne de trois ganglions lymphatiques rouges enflammés. Les vaisseaux afférents et efférents sont, dans une étendue de quelques centimètres, rouges et peu volumineux, n'étant pas distendus par du pus.

B. Vaisseaux lymphatiques pleins de pus.

C. Artère poplitée. A sa surface et à celle de la veine poplitée, on voit de petits vaisseaux congestionnés.

D. Veine poplitée.

E. Anneau du soléaire incisé pour laisser voir les deux troncs lymphatiques qu'il recouvrait.

CONSIDÉRATIONS MÉCANIQUES SUR LES MUSCLES

Par F. SCHLAGDENHAUFFEN
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy.

DEUXIÈME ARTICLE (1)

Les insertions des extenseurs sont variables. Tantôt ces muscles se fixent à l'extrémité d'une tige osseuse destinée à se mouvoir autour d'un point, tantôt leurs tendons contournent une tubérosité plus ou moins grande, pour venir s'insérer à une certaine distance du centre rotatoire, tantôt enfin ils passent pardessus une crête osseuse pour se fixer au levier mobile.

Les trois figures suivantes rendent compte des divers modes d'attache des extrémités tendineuses de ces muscles. Dans la pre-

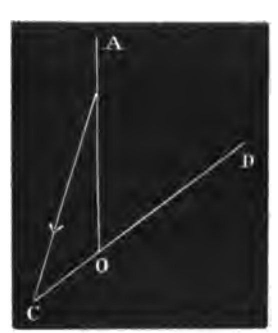


Fig. 1.

mière, nous représentons par AO l'os fixe, par CD le levier mobile, et par CB le muscle destiné à contre-balancer la résistance appliquée en D. La rotation s'effectue autour du point O. C'est l'exemple que nous avons choisi précédemment pour l'étude des extenseurs. Le plus souvent les mouvements d'extension s'exécutent dans les conditions que nous avons indiquées ci-dessus : c'est par ce mode de mouvement que les soléaires, insérés au calcanéum, étendent le pied sur la jambe, et que le droit antérieur

(1) Voy. le *premier article* dans ce recueil, année 1872, p. 550.

fixé à la partie supérieure de la rotule, occasionne l'extension de la jambe sur la cuisse.

La deuxième figure se rapporte à l'insertion du jambier postérieur. Ce muscle, qui s'attache en haut à la face postérieure du tibia, à la face interne du péroné ainsi qu'au ligament interosseux,



Fig. 2.

vertical d'abord, devient oblique en se réfléchissant sur la malléole interne et vient s'insérer enfin au tubercule du scaphoïde et à la base du premier cunéiforme.

AO représente l'os de la jambe, B désigne l'ensemble des attaches supérieures du muscle, sa réflexion sur la malléole interne, E ses attaches inférieures, enfin CD l'ensemble des os du pied, et O la surface articulaire de l'astragale.

Parmi les trois mouvements que le jambier postérieur imprime au pied, il y en a un, le mouvement d'extension, dont l'étude nous occupe en ce moment et qui s'exécute dans les conditions indiquées sur la figure ci-contre. L'abaissement de la partie antérieure du pied produit par le long péronier latéral, par le long fléchisseur commun des orteils et le tendon du fléchisseur propre du gros orteil, peut s'expliquer par la même figure schématique.

Nous représentons enfin sur la 3e figure un autre mode d'insertion de ce genre de muscles qui, sans agir par toutes leurs fibres d'une manière bien efficace comme extenseurs, consolident

néanmoins l'os mobile dans sa cavité articulaire. Le sus-épineux, le sous-épineux et certaines portions du deltoïde agissent dans des conditions semblables, dans l'extension du bras. Pour nous rendre compte de l'action de ces muscles, nous désignerons par AO la partie fixe de l'os, c'est l'omoplate dans le cas spécial, par O le centre articulaire, c'est-à-dire le point où la tête de l'humérus re-

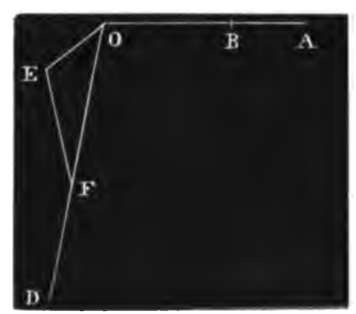


Fig. 3.

pose dans la cavité glénoïde, par OD l'os mobile, c'est-à-dire l'humérus, et enfin par OE la saillie formée par la partie fibreuse de l'articulation scapulo-humérale, recouverte et consolidée par les fibres du sus-épineux et du sous-épineux. Le point F, enfin, désigne l'insertion inférieure de ces muscles et correspond par conséquent aux deux facettes de la grosse tubérosité de l'humérus. On peut envisager le point B comme représentant les attaches internes de ces divers extenseurs.

La saillie OE formée par l'articulation scapulo-humérale est semblable à celle que présente l'apophyse coracoïde et sur laquelle viennent se réfléchir les fibres du deltoïde insérées, d'une part, à l'acromion et, d'autre part, à l'empreinte deltoïdienne de l'humérus.

Les indications sommaires que nous venons de donner nous montrent donc que, suivant le mode d'insertion des extenseurs, l'os mobile, obéissant à la puissance de ces muscles, exécute son mouvement comme le ferait un levier du premier ou du deuxième genre. Les deux derniers modes d'action des extenseurs, représentés graphiquement par la figure 2 et la figure 3, peuvent se

résumer en un seul. Si l'on désigne par AH la partie fixe de l'os (fig. 4), avec une saillie OH plus ou moins prononcée, par OD l'os mobile autour du centre articulaire O, par E le point d'attache de



FIG. 4.

l'extenseur BHE faisant réflexion autour de la saillie OH, on réunit en effet les conditions mentionnées plus haut pour l'insertion de ce genre de muscles. Nous avons cherché à nous rendre compte de l'effort musculaire des extenseurs qui agissent sur les parties mobiles des os suivant ce deuxième mode d'insertion.

Représentons-nous (fig. 5) l'os fixe par la ligne AO et admettons que l'insertion moyenne du muscle se fasse aux deux points B et E en passant par dessus la saillie M. Ce muscle, en se relâchant ou en se contractant, produira la flexion ou l'extension du levier mobile OD sur OA ; le point E, point d'insertion de l'extenseur, viendra nécessairement prendre les diverses positions E′, E″ situées sur un cercle décrit avec OE comme rayon, et le point D, extrémité du levier mobile, se trouvera dès lors aux points D′ et D″ situés sur un arc de cercle décrit avec OD comme rayon. Quand ce muscle se contracte pour contre-balancer la résistance fixée en D, le moment de l'effort musculaire peut être exprimé par F, force propre à cet extenseur, multipliée par la distance comprise entre le point de rotation du levier et la direction des fibres musculaires. Dans le cas qui nous occupe ce moment est $F \times OK$. L'extenseur devant contre-balancer des résistances de nature diverse appliquées en D, il s'ensuit qu'en appelant P l'ensemble de ces résis-

tances et OH la perpendiculaire abaissée du centre articulaire sur le prolongement de la force P, on aura pour le moment des résistances le produit $P \times OH$. Pour l'équilibre des deux forces, on devra avoir $P \times OH = F \times OK$.

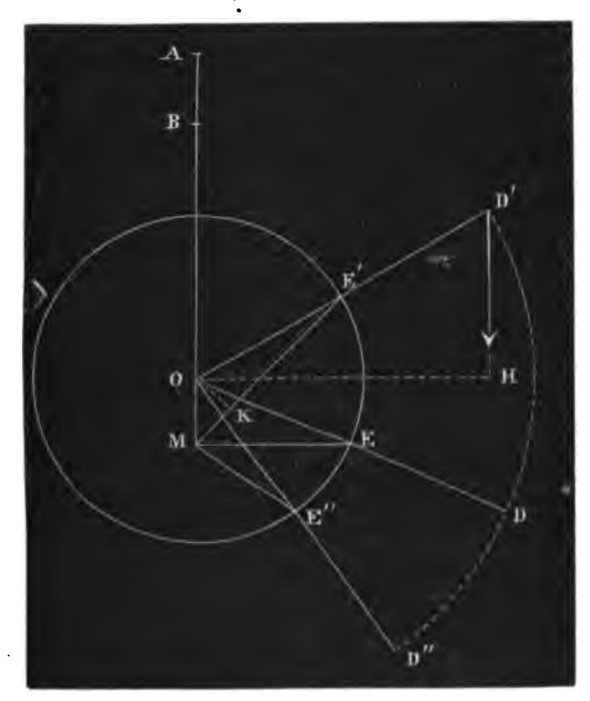


Fig. 5.

La disposition même de la figure nous montre que l'os mobile venant à s'abaisser, à s'étendre par conséquent sur l'os fixe, la perpendiculaire OK augmente peu à peu jusqu'à un certain maximum. Ce maximum de la perpendiculaire devient alors égal à OM, longueur de la saillie osseuse sur laquelle se reflêchit l'extenseur. Le produit de cette perpendiculaire OK devenue égale à OM par la force F, indique alors l'effort musculaire maximum produit par l'extenseur dans la position nouvelle OD' qu'il occupe.

Quand l'os mobile quitte la position OD' pour s'étendre davantage sur l'os fixe, la perpendiculaire à la direction de la force musculaire diminue de nouveau pour repasser par des valeurs

analogues aux précédentes. Cela signifie que, dans une certaine position d'extension de l'os mobile sur l'os fixe, le muscle extenseur destiné à contre-balancer une résistance appliquée en D, éprouve plus de fatigue que dans toute autre position. La fatigue du muscle est d'autant moins grande que l'on s'éloigne davantage de la position OD' précédemment déterminée.

Les résultats du calcul sont identiques à ceux de la solution géométrique que nous venons d'indiquer. Prenons, en effet (fig. 6), deux

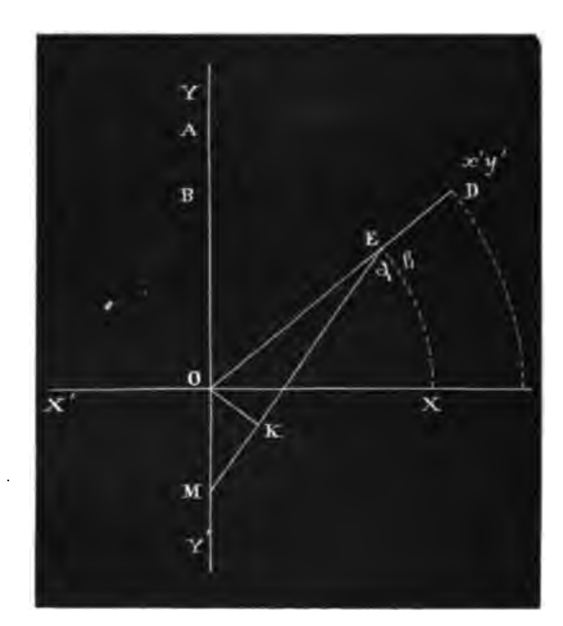


Fig. 6.

axes rectangulaires XX', YY', admettons que O soit le centre articulaire d'un levier mobile OD autour du levier fixe OA. Désignons par α et β les coordonnées du point E où le muscle s'attache au levier mobile, et par zéro et $-d$ les coordonnées du point M, limite de la saillie sur laquelle se réfléchit le muscle BME. Cherchons le moment de l'effort musculaire agissant en E. La question se réduit à trouver la valeur de la perpendiculaire OK. La valeur OK multipliée par la force F du muscle, donnera le produit demandé.

Remarquons que lors de la contraction du muscle BME, les

points D et E décrivent des arcs de cercle ; donc, si $x'y'$ désignent les cordonnées du point D, et si R et r désignent la longueur des rayons de ces deux cercles, on a :

$$x'^2 + y'^2 = R^2 \ (1).$$
$$\alpha^2 + \beta^2 = r^2 \ (2).$$

en même temps

$$\frac{\alpha}{x'} = \frac{r}{R} \ (3).$$
$$\frac{\beta}{y'} = \frac{r}{R} \ (4).$$

L'équation de la ligne passant par les points E et M sera :

$$\frac{y-\beta}{-d-\beta} = \frac{x-\alpha}{-\alpha} \ (5).$$
$$\alpha y + \alpha\beta = -x(d+\beta) + \alpha d + \alpha\beta.$$
$$\alpha y - x(d+\beta) + \alpha d.$$
$$y - x\left(\frac{d+\beta}{\alpha}\right) + d = 0 \ (6).$$

L'équation de la perpendiculaire à cette droite, sera :

$$OK = \frac{\alpha d}{\sqrt{\alpha^2 + d^2 + 2d\beta + \beta^2}}.$$
$$OK = \frac{\alpha d}{\sqrt{r^2 + d^2 + 2d\beta}}.$$

en remplaçant α et β par leurs valeurs en fonction de x' et y', on a :

$$OK = \frac{x' r d}{R\sqrt{r^2 + d^2 + \frac{2dry'}{R}}} \ (7).$$

L'équation de l'équilibre entre la puissance de l'extenseur et la résistance du corps placé à l'extrémité du levier, étant :

$$P x' = F.\ OK.$$

on obtient, en remplaçant OK par sa valeur tirée de (7) :

$$P = \frac{F.rd}{R\sqrt{r^2 + d^2 + \frac{2ry'd}{R}}}.$$
$$F = \frac{P.R}{rd}\sqrt{r^2 + d^2 + \frac{2ry'd}{R}}.$$

Cette valeur sera maxima si $y > -\left(\frac{r^2+d^2}{R}\right)$ R.

Cette quatrième proportionnelle se trouve donc au-dessous de l'axe des X.

Ce qui signifie que la position du levier mobile correspondant à l'effort musculaire maximum, est au-dessous de la ligne XX', et forme avec cette ligne, au point articulaire, un angle d'autant plus petit que le point d'insertion du muscle au levier mobile se trouve à une plus grande distance du centre articulaire.

Nous arrivons donc à cette conclusion que les extenseurs, en agissant suivant le mode d'insertion que nous venons d'étudier, sont obligés de produire un effort musculaire maximum quand le levier mobile occupe une position déterminée relativement à l'os fixe.

II. MUSCLES FLÉCHISSEURS.

Le biceps brachial, mieux que tout autre muscle, peut servir d'exemple à l'étude mécanique des fléchisseurs.

Représentons par AO (fig. 7) la longueur de l'humérus, par OD l'ensemble des os de l'avant-bras, et par BC la position du biceps à un moment donné de la flexion. Appelons P la résistance à soulever à l'extrémité D. Dans les divers mouvements de flexion et d'extension le point D décrit un arc de cercle, le point C, où le biceps se fixe à la tubérosité bicipitale du radius, en décrit un autre plus petit et qui, en réalité, a un rayon douze fois moindre que le rayon OD.

Quand l'effort musculaire du biceps fait équilibre à la résistance d'un poids placé dans la main; on exprime cette relation par l'équation des moments :

$$F \times OC = P \times OH \quad (1).$$

dans laquelle OH représente la perpendiculaire abaissée sur le prolongement de la résistance P, et OC la perpendiculaire à la direction des fibres du muscle. Quand le bras est fléchi dans la position OD' ou bien quand il est étendu dans la position OD'' la

perpendiculaire, à la direction du muscle, devient OK, et par conséquent l'équation du moment devient dans ces cas

$$F \times OK = P \times OH' \text{ ou } F \times OK = P \times OH'' \ (2).$$

Le premier membre de ces égalités est d'autant plus grand pour une même valeur de P quand la perpendiculaire est maxima. Ce

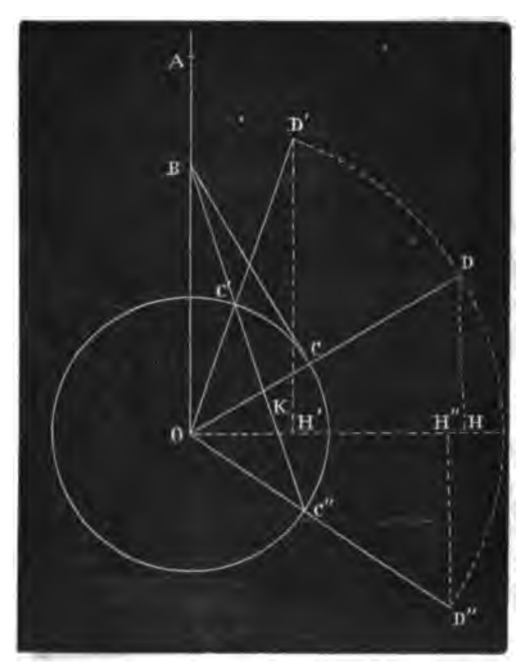


Fig. 7.

cas se présente nécessairement quand la direction des fibres musculaires est tangente au cercle décrit avec OC comme rayon.

Le calcul prouve d'ailleurs qu'il en est ainsi. Appelons, comme plus haut, x' et y' les deux coordonnées du point D (fig. 8), α et β celles du point C. Ces deux points décrivent deux arcs de cercle de grandeur variable, quand les os de l'avant-bras exécutent un mouvement de flexion ou d'extension ; donc, en exprimant ces données par le calcul, on aura :

$$x'^2 + y'^2 = R^2 \ (1).$$
$$\alpha^2 + \beta^2 = \quad {}^2 \ (2).$$

la figure nous montre d'ailleurs que

$$\frac{\alpha}{x'} = \frac{r}{R} \ (3). \quad \frac{\beta}{y'} = \frac{r}{R} \ (4).$$

La ligne BC constituant la direction des fibres du biceps, on aura pour l'équation de cette droite, passant, d'une part, par les

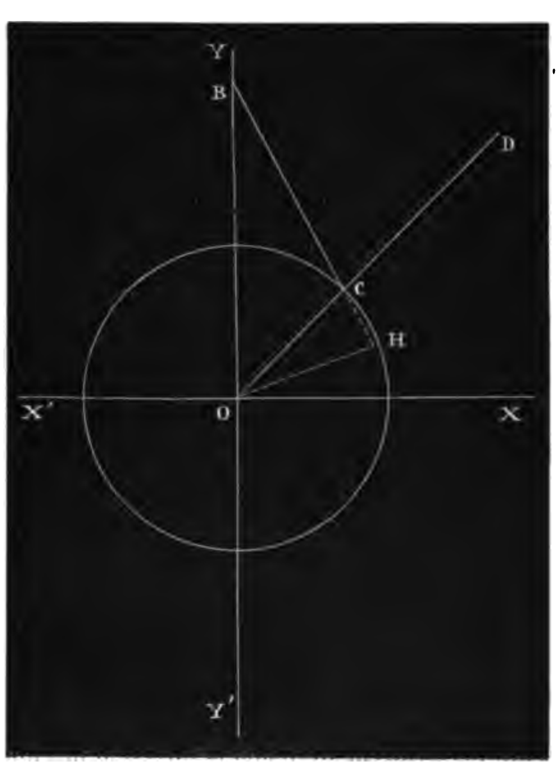


Fig. 8.

coordonnées α et β, d'autre part, par celles du point B (*zéro* et $+d$)

$$\frac{y-\beta}{d-\beta} = \frac{x-\alpha}{-\alpha} \ (5).$$

$$-\alpha y + \alpha\beta + x(d-\beta) - \alpha d + \alpha\beta.$$

$$\alpha y + x(d-\beta) - \alpha d = 0 \ (6).$$

l'équation de la perpendiculaire à cette droite, dont la valeur est indispensable pour obtenir le moment du muscle, sera

$$OH = \frac{-\alpha d}{\sqrt{\alpha^2 + d^2 - 2\beta d + \beta^2}}.$$

$$OH = \frac{-x' r d}{R\sqrt{r^2 + d^2 - \frac{2dry'}{R}}}.$$

en remplaçant α et β par leurs valeurs tirées de (3) et (4).

L'équation d'équilibre entre la résistance appliquée en D et la puissance musculaire sera dès lors, en appelant P l'effort du muscle

$$Px' = \frac{Fx'rd}{R\sqrt{r^2 + d^2 - \frac{2rdy'}{R}}}.$$

$$F = \frac{P.R}{r.d}\sqrt{r^2 + d^2 - \frac{2dry'}{R}}.$$

quand $y' > \left(\frac{r^2 + d^2}{2dr}\right) R$, la valeur de F sera maximum.

Cette valeur correspond à une position de OD un peu au-dessus de l'axe des X. Le moment de la force musculaire est plus petit toutes les fois que l'avant-bras ne correspond pas à la position de OD indiquée par le calcul.

III. ANTAGONISME DES MUSCLES EXTENSEURS ET FLÉCHISSEURS.

Dans l'action isolée de chaque espèce de muscles, nous avons supposé, d'une part, que les extenseurs seuls soulevaient la charge placée à l'extrémité du levier mobile; d'autre part, que les fléchisseurs, indépendamment de tout autre muscle, participaient pour leur compte à vaincre la résistance située au même point. En réalité, les faits ne se passent pas ainsi : les deux genres de muscles président à la fois aux mouvements dans des rapports variables ; ils sont donc solidaires. Et par cela même il doit exister une relation exprimant les efforts musculaires correspondants à chacun d'eux dans les mouvements de flexion et d'extension.

Quand on soulève un poids ou bien quand on soutient un fardeau par la main, ou bien encore, dans le cas général, quand une certaine résistance est appliquée en un point quelconque d'un des leviers mobiles, les extenseurs et les fléchisseurs prenant une part

Nous chercherons l'expression des deux lignes AE, NC passant par les coordonnées que nous venons de nommer, et nous chercherons les équations des perpendiculaires à ces lignes.

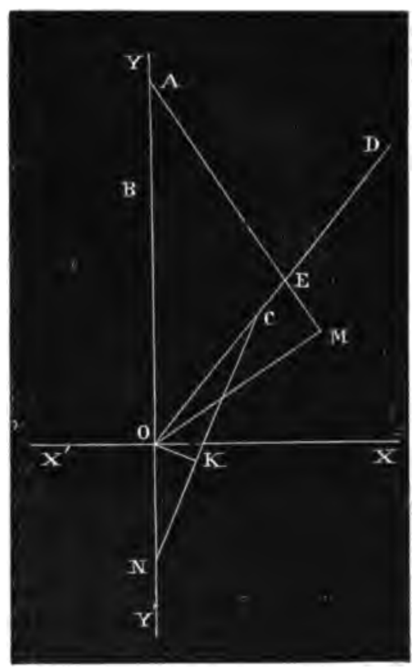


FIG. 10.

L'équation de AE est :

$$\frac{y-\beta}{l-\beta}=\frac{x-\alpha}{-\alpha}.$$

$$-\alpha y+\alpha\beta=x(l-\beta)-\alpha l+\alpha\beta.$$

$$\alpha y+x(l-\beta)-\alpha l=0 \quad (1).$$

l'équation de NC est :

$$\frac{y-\delta}{-d-\delta}=\frac{x-\gamma}{-\gamma}.$$

$$-\gamma y+\gamma\delta=-x(d+\delta)+\gamma\delta+\gamma d.$$

$$\gamma y-x(d-\delta)+\gamma\delta=0 \quad (2).$$

l'équation de la perpendiculaire OM est :

$$OM=\frac{-\alpha l}{\sqrt{\alpha^2+(l-\beta)^2}} \quad (3).$$

celle de la perpendiculaire OK est :

$$OK = \frac{\gamma d}{\sqrt{\gamma^2 + (d + \delta)^2}} \quad (4).$$

Or, à cause des mouvements circulaires exécutés par les points C, E, D, autour du point O, avec trois rayons de grandeur différente, on aura les relations

$$x'^2 + y'^2 = R^2 \quad (5).$$
$$\alpha^2 + \beta^2 = r^2 \quad (6).$$
$$\gamma^2 + \delta^2 = r'^2 \quad (7).$$

en remplaçant dans les équations (3) et (4), les valeurs de $\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta$ par celles des équations (6) et (7), et en remarquant, de plus, ce qui se retrouve sur la figure

$$\alpha = \frac{x'r}{R} \quad \beta = \frac{y'r}{R},$$

$$\gamma = \frac{x'r'}{R} \quad \delta = \frac{y'r'}{R}.$$

on aura les équations des perpendiculaires en fonction des coordonnées du point D

$$OM = \frac{-x'rl}{R\sqrt{r^2 + l^2 - \frac{2rly'}{R}}} \quad (8).$$

$$OK = \frac{x'r'd}{R\sqrt{r'^2 + d^2 + \frac{2r'dy'}{R}}} \quad (9).$$

L'équation générale des moments de la résistance et de la puissance, sera donc

$$P.x' = -f.\frac{x'rl}{R\sqrt{r^2 + l^2 - \frac{2rly'}{R}}} + \varphi\frac{x'r'd}{R\sqrt{r'^2 + d^2 + \frac{2r'dy'}{R}}} \quad (10).$$

Dans le cas particulier des mouvements de l'avant-bras, la relation entre les efforts musculaires des extenseurs et des fléchisseurs est analogue à celle que nous venons d'exprimer par cette formule générale. L'insertion du biceps se fait en deux points A et E comme ceux de la figure précédente. Les deux attaches du triceps, l'une reste au point B, l'autre s'effectue au point C (fig. 11).

Les coordonnées de l'insertion du biceps sont donc en bas α, β et en haut zéro et $+ d$ comme dans la figure 10 ; celles du triceps sont $- \gamma - \delta$ au point C et zéro et $+ l$ au point d'attache supérieur B. On voit donc que si, dans le cas cité plus haut, on change d en $- d$, γ et δ en $- \gamma - \delta$, on arrive aux coordonnées de la figure 11 ; ce changement de coordonnées revient donc à

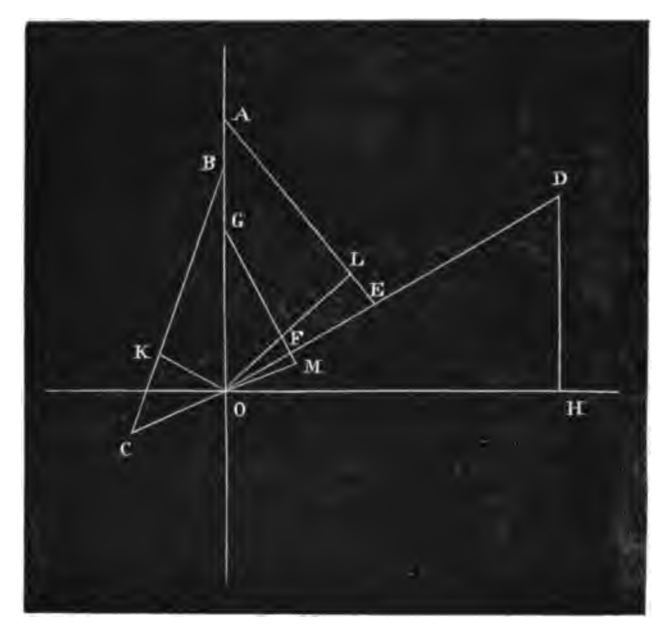


FIG. 11.

transporter le point N de la figure précédente au-dessus de l'axe des X. Quant à l'attache de l'extenseur, on la porte sur le prolongement du levier OD de l'autre côté du centre rotatoire. D'après ces données, nous aurons les relations suivantes nécessaires pour établir l'équation de l'équilibre entre la résistance et les puissances des muscles antagonistes.

L'équation de AE :

$$\alpha y + x(l - \beta) - \alpha l = 0 \quad (1).$$

L'équation de sa perpendiculaire :

$$OL = \frac{-\alpha l}{\sqrt{\alpha^2 + (l - \beta)^2}} \quad (2).$$

L'équation de BC :

$$\gamma y + x(d - \delta) + \gamma\delta = 0 \quad (3).$$

L'équation de sa perpendiculaire :

$$OK = \frac{-\gamma d}{\sqrt{\gamma^2 + (d - \gamma)^2}} \quad (4)$$

à cause des relations $x'^2 + y'^2 = R^2 \quad \alpha' + 6^2 = r^2 \quad \gamma^2 + \delta^2 = r'^2$, on aura pour l'équation des moments

$$P.x' = \frac{f x' r l}{R\sqrt{r^2 + l^2 - \frac{2rly'}{R}}} + \frac{\varphi x' r' d}{R\sqrt{r'^2 + d^2 - \frac{2r'dy'}{R}}} \quad (6);$$

nous l'écrirons sous la forme plus simple

$$P \times OH = f \times OK + \varphi \times OL \quad (7).$$

Cette équation nous montre que pour chaque valeur de $x'y'$, c'est-à-dire pour chaque position du point D, ou mieux encore pour chaque position du fléchisseur et de l'extenseur de l'avant-bras, les deux valeurs des perpendiculaires OL et OK sont fonction de $x'y'$. Quand y' aura une valeur déterminée, le facteur $f \times$ OK devient maximum ; le deuxième terme $\varphi \times$ OL atteint aussi son maximum pour une autre valeur déterminée de y'. Ces valeurs maxima de OK et OL peuvent se traduire en nombres ; OH est un nombre rapporté à la même unité, et P est également une quantité connue. Il suit de là que l'équation (6) ou (7) exprime la relation qui existe entre les quantités inconnus f et φ.

On ne peut pas déterminer ces deux valeurs au moyen de l'unique équation des moments ; mais l'une d'elles étant connue, l'autre s'en déduira naturellement. Prenons $f = 1$, c'est-à-dire admettons que dans le mouvement de flexion du bras, la force développée par le biceps soit égale à l'unité, nous aurons pour cette même position, la force développée par le triceps en déterminant par l'équation (7)

$$\varphi = \frac{P \times OH - f \times OK}{OL}.$$

Mais le brachial antérieur contribue aussi aux mouvements de l'avant-bras. Si l'on veut examiner la part active de ce muscle

dans les mouvements de flexion et d'extension, la formule (6) ou (7) demande à être modifiée : il faut y introduire le moment de ce muscle. En représentant sur la figure 11 la direction du brachial antérieur par la ligne GF, son moment, $GF \times OM$, doit être exprimé en fonction des coordonnées $x'y'$. Cette dernière condition est toujours possible puisque l'apophyse coronoïde du cubitus auquel s'attache inférieurement le brachial antérieur, décrit autour du centre O un arc de cercle en même temps que la tubérosité bicipitale du radius et le point D auquel nous supposons attaché le poids P à soutenir ou à soulever.

Dès lors l'équation des moments sera

$$P \times OH = f \times OK + \varphi \times OL + \psi \times OM \quad (8).$$

En prenant comme précédemment la valeur de $f = 1$, il faudra une seconde équation telle que

$$P \times OH' = f \times OK' + \varphi \times OL' + \psi \times OM' \quad (9).$$

dans laquelle OH', OK', OL', OM', exprimées en fonction de $x'y'$, sont des quantités connues. Cette deuxième équation s'applique par conséquent à une nouvelle position de l'avant-bras.

On peut donc, avec ces deux équations à trois inconnues, déterminer la part active que prennent le triceps et le brachial antérieur par rapport à l'effort musculaire du biceps pris pour unité.

IV. RÉSUMÉ.

En résumé, quand on veut, au moyen de cette méthode, déterminer l'effort musculaire d'un extenseur, d'un fléchisseur, d'un adducteur ou d'un rotateur, qui concourent aux mouvements d'une articulation, il faut établir un système d'équation des moments pour l'équilibre du levier mobile, chargé d'un poids connu, dans diverses positions de flexion ou d'extension. En prenant pour unité de l'effort musculaire l'un quelconque des muscles de l'articulation, on calculera les autres valeurs au moyen des équations dont il vient d'être question, et l'on rapportera toutes ces valeurs à la première.

Les considérations théoriques que nous venons de développer nous semblent pouvoir se confirmer au moyen d'une autre méthode, qui consisterait à charger le levier mobile, dans une certaine positon de flexion, d'un poids déterminé, à implanter des aiguilles exploratrices (employées par MM. Becquerel et Breschet, dans la détermination de la température des tissus) dans les muscles de l'articulation, à lire des déviations produites par les galvanomètres communiquant à ces muscles en expérience et à rapporter ces déviations à l'une d'elles représentant l'effort mécanique du muscle.

En opérant ainsi pour diverses positions du levier mobile, on obtiendrait, pour chaque muscle, une série de valeurs correspondantes aux efforts musculaires de chaque point de flexion ou d'extension. La réunion de toutes ces valeurs, sous forme d'ordonnées, représenterait la courbe de l'effort musculaire depuis la flexion extrême jusqu'à l'extension forcée.

Cette méthode, applicable chez l'homme dans un petit nombre de cas seulement, pourrait réussir sans danger sur divers animaux; l'ensemble des résultats ne serait pas sans intérêt pour la science et viendrait combler une lacune dans l'étude mécanique des muscles.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LA

COLORATION BLEUE DES CRUSTACÉS

Par Georges POUCHET.

PLANCHE IX

Nous nous sommes uniquement proposé, dans ce travail, de préciser quelques faits relatifs à la base colorante bleue ou *pigment bleu* que présentent certains crustacés (1).

Nous avons essayé de montrer ailleurs (2) comment les colorations bleues qu'on observe chez les animaux se divisent naturellement, au point de vue anatomique, en deux séries que l'on peut très-bien désigner par les noms de *xanthique* et de *cyanique*. En effet, il n'y a pas, à proprement parler, de pigment bleu correspondant au pigment rouge ou jaune plus ou moins rabattu, que l'on trouve associé à la substance sarcodique des chromoblastes chez beaucoup de Crustacés comme chez beaucoup de Vertébrés. — Nous avons montré que pour les Poissons, et l'on peut ajouter les vertébrés en général, l'histoire des colorations appartenant à la moitié la plus réfrangible du spectre est absolument distincte anatomiquement de celle des pigments appartenant à la série xanthique. Il en est de même chez les crustacés, sauf peut-être quelques exceptions (3).

(1) Les recherches consignées dans ce travail ont été faites en partie dans le laboratoire d'histologie zoologique de l'École des hautes études et en partie dans les viviers-laboratoires de Concarneau.

(2) *Sur les colorations bleues des poissons.* Note présentée à l'Académie des sciences le 20 mai 1872. (Voy. *Journ. de l'anat.* 1872, p. 401.)

(3) La seule qui soit à notre connaissance est offerte par le Crangon, encore les chromoblastes qui contiennent le pigment *violet* offrent ils en quelque sorte une physiologie différente de celle des mêmes éléments remplis de pigment jaune qui les accompagnent, se contractant quand ceux-ci se dilatent, et réciproquement.

Nous nous occuperons ici d'une coloration bleue, qu'on trouve chez un grand nombre de crustacés, et qui est bien distincte des autres pigments, tant par sa nuance constante que par sa très-faible résistance aux agents extérieurs.

BRANCHIPE (1).

Nous avons eu l'occasion d'observer cette année un certain nombre de branchipes appartenant à l'espèce décrite par Bénédict Prevost dans son *Mémoire sur le Chirocéphale*, réimprimé à la suite de l'*Histoire des Monocles* de L. Jurine (1820). Nous les avons dus à l'obligeance de M. Carbonnier.

Ces animaux présentaient au moment de notre observation (mois de mars) des colorations assez différentes, mais manquant toutefois d'éclat. Les uns — principalement les plus gros mâles, avons-nous cru remarquer — étaient d'un vert d'eau pâle. D'autres avaient des tons orangés, tirent au rouge, surtout à l'extrémité de la queue, sur les deux prolongements qui la terminent. D'autres enfin — les femelles principalement — étaient comme lavées d'un vert sale et laissaient parfois distinguer la teinte bleue intense du canal digestif.

En observant de plus près, à l'aide du microscope, les causes de ces colorations diverses, nous avons pu constater qu'elles étaient dues en partie à la présence de petits corps ayant l'apparence cristalline, mêlés aux tissus et plus spécialement à des chromoblastes semblables à ceux qu'on observe chez la plupart des crustacés. — L'existence normale de parties élémentaires ayant ainsi une figure géométrique nettement définie, est assez rare dans l'organisme pour mériter d'être signalée. Elle a cela de particulier chez le Branchipe, que ces corps d'apparence cristalline jouent le rôle d'un véritable pigment.

Les nuances variées, sans être jamais éclatantes, que présente le Chirocéphale dans différents organes, ou que présentent des individus différents, sont dues à la combinaison en proportion variable ou à l'exclusion réciproque de deux bases colorantes,

(1) Voyez *Société de biologie*, 15 mars 1872.

l'une orangée, l'autre bleue : la première à l'état de dissolution réciproque dans les éléments anatomiques, la seconde représentées par ces corps de forme cristalline.

Nous dirons, pour plus de commodité : pigment orangé et pigment bleu, en donnant à ces noms une valeur en rapport avec l'impression que produisent les bases colorantes qui vont nous occuper, et sans préjuger autrement leur nature encore fort mal connue.

Pigment orangé. — Ce pigment, d'une nuance orangée franche, est contenu à l'état de dissolution réciproque dans la substance d'éléments anatomiques assez difficiles à distinguer chez le Branchipe. Ils ne se détachent pas sur l'ensemble du tissu avec la netteté propre aux chromoblastes de certains crustacés, tels que le Palémon ou le Crangon. Ils appartiennent toutefois au même genre anatomique ; ils sont de petite dimension, bien inférieure à celle des cellules de l'hypoderme auxquelles ils sont mêlés, et qu'ils semblent par suite embrasser dans une sorte de réseau. Par places, chaque cellule de l'hypoderme laisse nettement distinguer son volumineux noyau au milieu de chacune de ces mailles. Il est ovoïde, large de 15 μ au moins et long de 25 ; il présente ordinairement un nucléole à peu près central. C'est dans les sillons que laissent entre elles les cellules hypodermiques du côté opposé à la surface du test, que s'étalent les chromoblastes orangés (fig. 1).

La coloration plus rouge de la queue des Branchipes est formée des mêmes chromoblastes, qui présentent dans cette région une teinte plus foncée et tirant au carmin.

Nous n'avons pu vérifier si ces chromoblastes rouges ou orangés offrent, comme chez d'autres crustacés, des changements de forme sensibles sous des influences définies, mais tout indique qu'ils appartiennent bien à la classe d'éléments que nous avons désignés sous ce nom de *chromoblastes*. Tantôt ils s'offrent, — dans les régions où ils sont rares et où ils trouvent pour s'étaler des surfaces à peu près planes — sous la forme étoilée caractéristique, mais sans prolongements rameux. D'autres fois, on les voit, par l'action de quelque réactif, se détacher des tissus envi-

ronnants comme une sphère colorée granuleuse qui roule dans le liquide où est placé la préparation. Les chromoblastes réduits à cet état ont un diamètre à peine égal au petit diamètre des noyaux des cellules hypodermiques; quand ils sont étalés en étoile, on distingue le noyau qui est petit, sphérique, large de 5 à 6 μ au plus.

Dans l'acide osmique à 1 0/0, auquel on ajoute ensuite de la glycérine, le pigment orangé est presque complétement disparu au bout de vingt-quatre heures. Les autres acides minéraux agissent de même.

Le nitrate d'argent en solution très-faible n'altère point ce pigment.

Le créosote le dissout avec la belle nuance d'un rouge vif, caractéristique de la solution du pigment rouge des Crustacés et des Vertébrés.

Pigment bleu. — Le pigment bleu est formé des petits corps dont nous avons parlé, ayant l'apparence de cristaux définis avec une coloration bleue à la fois très-intense et très-nette par transparence. C'est donc une *couleur d'absorption* entièrement différente de la couleur bleue par fluorescence qu'offrent certains éléments anatomiques des Vertèbrés et qui constitue les régions bleues du tégument des Mammifères et des Oiseaux, la base bleue de la couleur verte des Reptiles, les taches bleues des poissons, etc. Ces cristaux varient de dimension, mais leur forme est partout identique; les plus grands que nous ayons observés, mesuraient environ 6 μ de large sur 8 de long; mais ils sont généralement beaucoup plus petits et leur dimension est parfois à peine appréciable.

Ils paraissent n'être contenus dans aucun élément anatomique spécial. Sur les vues en profil du tégument, ils se montrent à la face interne de l'hypoderme, probablement retenus dans la substance sarcodique des chromoblastes qui tapissent celle-là. On n'en voit point circuler, entraînés par le mouvement du sang. Ils sont tantôt disséminés et tantôt rapprochés, comme sur la paroi du canal alimentaire auquel ils donnent sa belle coloration bleue intense, n'étant mêlés là à aucun autre pigment. Ils sont à cette place extrêmement petits; nous n'avons pas eu le loisir d'en dé-

terminer rigoureusement le siége : ils nous ont paru disposés à la surface des fibres musculaires qui enveloppent circulairement le canal alimentaire (1). Nous avons cru trouver ces cristaux, chez certains individus, teigneant en bleu le myolème de certaines fibres striées très-larges des pieds-nageoires.

Un autre lieu d'élection pour les cristaux qui nous occupent, est le bord interne des pieds-nageoires, où ils offrent en général un diamètre beaucoup plus considérable, mais aussi un écartement plus grand entre eux. Il résulte de la présence de ces cristaux, combinés au pigment orangé des chromoblastes, chez le Branchipe, une teinte d'un vert sale qu'a très-bien figurée Mlle Jurine dans les belles planches qu'on lui doit de cet animal (voy. *Hist. des Monocles*, pl. XXI, fig. 4, 5, 6). L'exactitude de ces représentations nous dispense de préciser davantage les points des pieds-nageoires où se trouvent principalement répandus les cristaux. Ces planches, faites il y a un demi-siècle à Genève, nous montrent en outre que l'existence de ces cristaux chez les Chirocéphales observés par nous n'est nullement accidentelle. Nous verrons d'ailleurs qu'elle se retrouve légèrement modifiée chez l'écrevisse. C'est une combinaison chromatique spéciale dont il importe de tenir compte dans une histoire générale des couleurs offertes par les animaux.

L'existence de ces cristaux, que n'ont vus ni Jurine ni Bénédict Prevost, a sans aucun doute échappé à leurs devanciers qui ont écrit sur les animaux du même groupe : Schæffer (1754), Schlosser (1756), Shaw (1789). Ajoutons que nous n'avons trouvé aucune indication qu'on puisse rapprocher des faits que nous signalons, soit dans le travail de Joly, soit dans celui de Leydig sur l'*Artemia salina* (*Histoire d'un petit crustacé, etc.*, Montpellier, 1840. — *Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis; in Zeitschr. f. wissensch. Zoolog.*, t. III).

Ces cristaux sont régulièrement losangiques. Ils ne se laissent point traverser par la lumière polarisée quand celle du fond où ils sont placés, est éteinte par l'analyseur; ils n'offrent point de

(1) Ces muscles sont manifestement striés.

coloration différente sur fond de sélénite, sauf la variante qui résulte de leur couleur propre. Enfin ils n'affectent, les uns par rapport aux autres, aucune disposition spéciale ; ils sont tantôt réunis en plaques peu étendues où ils se touchent par les bords, et tantôt plus ou moins espacés les uns des autres (fig. 2).

Nous noterons les réactions suivantes :

Le *sucre* conserve la coloration bleue des cristaux. Cette réaction négative est intéressante à cause même de l'instabilité de cette coloration que presque tous les agents détruisent et que le sucre respecte partout où on la trouve chez les Crustacés (homard, écrevisse, palémon, etc.).

L'*éther et l'alcool* bouillants, mis au contact d'un fragment du canal digestif — où n'existe, avons-nous dit, aucun chromoblaste — fait passer la nappe de cristaux qui tapisse l'organe, à une belle couleur vert de Sheele. On voit en même temps un léger nuage rouge se former autour. Le lendemain tout a disparu, et les fragments de canal intestinal laissés au contact du réactif sont complétement incolores.

Le *chloroforme* fait perdre aux cristaux leur couleur et semble les détruire en ne laissant après eux qu'une gouttelette claire, très-réfrangible.

Dans de l'*acide osmique* très-affaibli et à peine odorant, auquel on a ajouté ensuite de la glycérine, les cristaux, au bout de vingt-quatre heures, sont presque complétement décolorés. Si l'acide est plus concentré, il les décolore instantanément et les dissout.

L'*eau oxygénée* ne paraît pas altérer tout d'abord les cristaux bleus. Cependant, au bout de deux jours dans un mélange d'eau oxygénée et de sucre, ils sont presque complétement décolorés, gardant seulement par places une très-légère teinte verdâtre ou violette. Mais la plupart semblent avoir perdu la forme cristalline et pris l'apparence de petites gouttelettes brillantes.

L'*acide hydrofluosilicique* dissout instantanément les cristaux, sans qu'ils laissent trace de leur couleur.

ÉCREVISSE.

L'existence de ce pigment formé de corps d'apparence cristal-

line, chez le Branchipe, nous a engagé à reprendre l'étude du pigment bleu des écrevisses (1). Nous avons pu nous assurer que ce pigment était là aussi — pendant une partie de l'année au moins — représenté par des corps solides que nous appellerons, pour abréger, *cœrulins*, assez abondants pour donner à certaines régions de l'hypoderme une coloration bleue à la fois d'une grande pureté et d'une grande intensité.

Il importe de choisir les sujets les plus propres à ce genre de recherche. Nous avons pris pour cela des écrevisses de taille moyenne, plutôt petites. Elles doivent être d'une teinte verte extrêmement foncée, presque brune, et n'avoir point séjourné dans les viviers. On trouve communément dans ceux-ci des individus pâles, d'une nuance bleuâtre : ils doivent être écartés, le pigment y est moins abondant que chez les autres. Certaines écrevisses offrent cette couleur à l'état sauvage. On en trouve également qui sont rouges comme si elles avaient passé à la cuisson. Nous craignions de n'avoir point l'occasion d'étudier cette variété sur laquelle on peut consulter une excellente note de M. Godefroy Lunel (2), quand celui-ci voulut bien nous en envoyer de Genève par l'intermédiaire de M. Carbonnier.

Chez les écrevisses offrant une coloration verte foncée, les cœrulins sont répandus en grande abondance dans tout l'hypoderme, principalement au céphalothorax, à la partie supérieure des anneaux abdominaux et aux palettes caudales. Il sont mêlés aux éléments de l'hypoderme et à un nombre relativement restreint de chromoblastes rouges qui n'offrent d'ailleurs rien de particulier. Ces cærulins forment des amas tantôt ovoïdes ou sphériques et tantôt irréguliers. Ils rappellent l'aspect des cristaux du chirocéphale, sans offrir toutefois la même régularité. Ils sont d'une couleur bleue intense par transparence, même avec les plus forts grossissements. Ils affectent une forme presque cristalline

(1) Les observations qui ont servi de base à ce travail ont été faites au mois de mars 1873. Dans des observations antérieures, faites au mois de juillet, nous n'avions noté chez l'écrevisse (notre attention n'étant pas d'ailleurs appelée de ce côté) que des *gouttes* colorées en bleu, mêlées aux tissus.

(2) *Note sur la variété rouge de l'écrevisse commune*, tirée des Archives des sciences de la Bibliothèque universelle. Genève, mars, 1870.

sans toutefois jamais présenter celle-ci d'une manière aussi nette que les cœrulins du branchipe. On ne saurait guère les comparer qu'aux granules vitellins de la grenouille. Ils ont comme ceux-ci une forme *presque* géométrique, avec des arêtes et des angles émoussés. Ils sont en général aplatis, trapézoïdes. Leur face semble sillonnée de lignes parallèles à un des côtés. Nous reviendrons sur la signification de cet aspect.

La base colorante des cœrulins paraît légèrement soluble dans l'eau et lui communiquer sa nuance; mais la coloration bleue de l'eau, quand on y désagrége un fragment de tissu, est due surtout à une multitude de cœrulins en suspension, offrant toutes les dimensions, depuis celles qu'on peut à peine percevoir au moyen du microscope.

Les plus gros présentent une figure irrégulièrement quadrangulaire; ils mesurent environ 5 à 6 μ au plus de diamètre; ils sont d'une couleur bleue franche. Quand on ajoute à l'eau où ils sont en suspension, une goutte de sesquichlorure de carbone, il semble qu'ils deviennent plus solides, plus résistants, comme s'il se passait là quelque chose d'analogue à l'action qu'exerce l'oxyde de carbone sur les hématies. Les cœrulins les plus petits n'ont point en général le même aspect : ils paraissent affecter la forme de lames larges de 1 μ environ sur 5 μ de long, et dont les extrémités seraient émoussées; ils ne sont point animés d'un mouvement brownien très-intense. Les gros cœrulins quadrangulaires ont une épaisseur qui correspond précisément à la plus grande largeur de ces lames, et *paraissent* constitués par un certain nombre de celles-ci placées de champ les unes contre les autres, ce qui expliquerait les lignes et parfois les incisures parallèles à un des bords qu'on observe à leur surface (fig. 5).

Réactions. — Les cœrulins et, d'une manière générale, la teinte bleue des crustacés, sont d'une extrême sensibilité aux réactifs. Presque tous la détruisent; elle disparaît par l'action de la chaleur et seulement du temps.

Nous avons dit que le *sesquichlorure de carbone*, paraissait donner aux cœrulins une consistance plus ferme : dans de l'eau tenant en dissolution cette substance, les cœrulins, après vingt-quatre heures, ne présentent point d'altération.

La *liqueur de Müller*, après vingt-quatre heures, détruit les cœrulins, cette réaction paraît activée quand on ajoute de l'eau à la préparation.

Le *chlorure d'or* détruit rapidement la coloration bleue.

L'*acide formique* et, généralement, les acides font passer le bleu à une teinte qui n'est point franche et qui tantôt paraît plus voisine du lilas et tantôt du violet. Cet acide, et de même tous les acides énergiques, finissent par faire complétement disparaître la couleur bleue.

La *créosote* dissout très-promptement les cœruliens, en prenant une belle couleur rouge, la même qu'elle prend en dissolvant la matière colorante bleue de la carapace du homard. Comme la créosote a la même action sur le pigment rouge contenu dans les chromoblastes, ou répandu dans les tissus à l'état de granulations, et que ce pigment, chez l'écrevisse, est partout mêlé aux cœrulins, il est difficile de constater d'une manière bien nette la réaction dont nous parlons; mais, comme on la retrouve avec le pigment bleu de la carapace du homard, nous ne pensons pas qu'elle puisse faire doute.

Une réaction négative importante est celle de l'*eau sucrée* qui conserve le pigment bleu des crustacés un temps assez long, même alors qu'il est peu abondant, comme chez le palémon.

Nous avons réussi, par un tour de main, à obtenir cette coloration bleue à l'état de dissolution dans la glycérine. Pour cela nous avons fait sécher pendant une nuit la carapace d'une écrevisse dont l'hypoderme était fortement chargé de bleu et, le lendemain matin, nous l'avons plongée dans la glycérine. A ce moment, on voit que les cœrulins ne sont plus distincts et qu'ils se sont probablement liquéfiés. Peu à peu la colorotion passe dans la glycérine sans mélange apparent de rouge. Nous n'avons obtenu qu'une dissolution bleue faible, mais on pourrait sans aucun doute l'avoir plus concentrée. Le bleu en est très-pur, et il ne paraît point que le pigment rouge soit aucunement dissous par ce procédé. Au bout de quinze jours, la dissolution laissée à la lumière avait perdu sa teinte bleue et était redevenue incolore.

Distribution. — Chez l'écrevisse, les cœrulins paraissent tantôt distribués autour des larges noyaux ovoïdes des cellules hy-

podermiques, et tantôt renfermés dans des éléments anatomiques sphériques ou allongés. On distingue très-bien ces éléments, soit en observant directement le tissu, soit en le dissociant dans l'eau. On les voit nageant alors dans le liquide. Ceux qu'on observe ainsi, sont toujours sphériques et comme bondés de cœrulins assez petits (fig. 5). Ceux-ci no sont animés d'aucun mouvement. Ils donnent à la sphère qui les contient une coloration bleue intense. L'élément mesure environ 5 1/2 μ de diamètre. Quand on fait agir l'acide sulfurique concentré sur lui, les cœrulins disparaissent et toute la sphère prend une nuance lilas plutôt que violette, puis se décolore complétement. En même temps on distingue au centre de l'élément un résidu, probablement celui d'un noyau. On trouve encore, mêlées à ces amas sphériques, d'autres agglomérations de cœrulins, qui paraissent contenues également dans des élément anatomiques, mais ovoïdes et non plus sphériques. Ils ont, suivant leur petit diamètre, la même dimension que les sphères et le double dans l'autre sens.

Nous noterons ici, avant d'aller plus loin, une apparence particulière qui s'est plusieurs fois offerte à nous, sans que nous puissions affirmer cependant qu'elle soit normale et non le produit de quelque réaction accidentelle. On trouve de place en place des sphères ayant exactement le diamètre des globes bleus que nous venons de décrire, mais de couleur rouge. Elles doivent cette nuance à de fins granules qu'on voit s'agiter à leur intérieur d'un mouvement brownien extrêmement vif. Comme on ne peut pas observer sur l'écrevisse les tissus *in situ*, il est fort possible que ces globes ne soient que des accidents de préparation; nous les avons trouvés dans les écrevisses de la variété rouge.

La coloration bleue propre aux cœrulins du branchipe et de l'écrevisse, et que nous retrouverons diffuse dans le tissu hypodermique du palémon, existe également dans le test de l'écrevisse aussi bien que dans celui du homard. Partout elle présente exactement la même nuance, et partout les mêmes réactions. Dans le test, elle est à l'état de diffusion dans *une partie* de la substance chitineuse et calcaire qui compose celui-là; nous n'en voulons point

Chez ces jeunes écrevisses, nous avons trouvé, dès cette époque, la coloration bleue localisée dans les cœrulins, en tout analogues à ceux de l'adulte. — Quant à la coloration bleue du test, nous l'avions déjà trouvée légèrement accusée chez de jeunes homards entre la première et la seconde mue. Nous avons constaté qu'elle existait également chez les palémons parvenus à une certaine taille, ainsi qu'on peut s'en assurer en observant les dépouilles abandonnées par eux.

Variété rouge. — Grâce aux soins obligeants de M. Godefroy Lunel, de Genève, nous avons pu observer vivantes quelques écrevisses de la variété rouge pêchées dans le lac Léman, et que l'honorable directeur du Musée de Genève a bien voulu nous adresser par l'intermédiaire de M. Carbonnier. Ces écrevisses sont caractérisées par l'absence totale de pigment bleu; il n'y a ni cœrulins ni coloration bleue diffuse dans la couche moyenne du test. L'absence de cœrulins est intéressante parce qu'elle montre l'existence de ces corps intimement liée à la matière colorante, tandis que les chromoblastes peuvent exister indépendamment de la présence de tout pigment.

On trouve dans les écrevisses rouges, à la face profonde de l'hypoderme, quelques chromoblastes jaunes comme chez l'écrevisse ordinaire, et des chromoblastes rouges en nombre habituel. La couche externe du test offre la couleur terre de Sienne brûlée habituelle, les autres couches sont incolores. Le rouge du test et des chromoblastes hypodermiques n'est donc point, comme d'habitude, *rabattu* par du bleu, et en l'absence de toute *bruniture*, l'écrevisse s'offre rouge.

Ce sont les mêmes causes qui produisent la coloration rouge à la face inférieure des grosses pinces des écrevisses dites de la Meuse. On ne trouve à ce niveau que des chromoblastes rouges et quelques chromoblastes jaunes. Il n'y a point de cœrulins et la couche moyenne du test n'offre point de coloration bleue. On se retrouve donc là exactement dans les conditions offertes par les écrevisses rouges.

Le nom d'*albinisme* ne saurait convenir, comme on le voit, à cette variété accidentelle ou morbide, mais qu'on sait, par

M. Godefroy Lunel, être héréditaire. Il n'y a point défaut de pigment dans les éléments qui le contiennent d'habitude, qu'il soit d'ailleurs rouge ou mélanique. Le nom d'*érythrisme* conviendrait encore moins, puisqu'il n'y a point exagération dans la quantité de pigment rouge. Il y a seulement absence de cœrulins et de la coloration bleue diffuse dans le test. Si l'on voulait désigner par un mot cette particularité physiologique, il semble que le nom d'*acyanisme* serait le plus convenable.

PALÉMON.

Le même pigment bleu se retrouve chez le Palémon, à la fois dans le tissu hypodermique et dans le test. Il importe de noter ce dernier point pour éviter certaines causes d'erreurs. C'est surtout aux membres et aux articles de la grosse pince que cette teinte bleue du test est le plus accusée, quoiqu'elle n'ait jamais une grande intensité. Quand l'animal change de peau, on voit l'ancien tégument, jaunâtre au niveau de l'abdomen, offrir dans le point que nous signalons, une très-légère teinte bleuâtre qui s'accentue sur les grosses pinces.

Mais c'est dans le tissu hypodermique que le pigment bleu du palémon, comme celui de l'écrevisse, offre toute son intensité. Il y présente un double caractère : tantôt il imprègne le tissu, soit avec les noyaux, soit à l'exclusion de ceux-ci, exactement comme il imprègne par dissolution réciproque la couche moyenne du test du homard ou de l'écrevisse. Tantôt la coloration bleue a pour siége des gouttelettes parfaitement limitées, peu réfrangibles et qui paraissent plongées au milieu des éléments du tissu hypodermique. Nous ignorons la cause d'une différence aussi tranchée, mais sur laquelle un grand nombre d'observations répétées ne peuvent nous laisser aucun doute. On ne trouve point de cœrulins chez le palémon.

Ces gouttelettes offrent parfois une extrême élégance, surtout quand elles sont groupées autour d'un chromoblaste rouge étalé au milieu d'elles, qui sont d'un beau bleu. Elles mesurent, en géneral, de 1 à 5-7 μ de diamètre. Il résulte de tout cela, au mi-

croscope, un contraste de couleurs extrêmement élégant, soit que les gouttes soient incluses dans les mailles rouges formées par le chromoblaste en expansion; soit que le sarcode rouge étalé en mince couche au-dessus des gouttes, leur donne une teinte lilas des plus délicates. Pour l'œil nu, elles *rabattent* le rouge vif des chromoblastes, et leur donnent la nuance brune qu'ils paraissent avoir sur l'animal vivant, chaque fois qu'on ne les examine pas individuellement au moyen de l'instrument grossissant.

On ne voit jamais de gouttelettes bleues entraînées par le courant sanguin, ni mêlées aux éléments libres du sang.

C'est aussi parce que ce pigment bleu disparaît sous l'influence de la plupart des réactifs, comme nous l'avons indiqué, que ces derniers semblent aviver la coloration rouge des palémons. Ainsi font les acides, l'alcool, la cuisson. Quelque chose d'analogue se produit normalement après la mort de l'animal, quand elle est survenue depuis un certain temps (1).

Les palémons, dans des circonstances que nous avons étudiées ailleurs (2), alors que l'on a provoqué expérimentalement le retrait des chromoblastes rouges, présentent une coloration bleue parfaitement nette. Celle-ci est ordinairement passagère. Chez certains individus cependant et à certaines places, elle a un certain degré de permanence : nous noterons en particulier la lèvre qui présente une tache bleue très-foncée et de couleur très-pure, parce qu'il n'y a point là de chromoblastes rouges ; elle se détache sur le fond jaunâtre des tissus et paraît nettement limitée.

Parmi les autres lieux d'élection, nous pouvons citer les pennes caudales, les plaques céphaliques, le bord latéral des anneaux, le rostre, tous endroits, comme on le voit, où l'épaisseur des tissus est peu considérable. Nous ne parlons pas ici des extrémités des membres ni des grosses pinces où la faible coloration du test vient s'ajouter à celle que l'on constate dans les tissus sous-jacents, après les avoir dilacérés.

(1) Il y a probablement alors changement dans la réaction des tissus. On peut, dans certains cas, observer presque immédiatement ce phénomène limité à certaines parties du corps chez les Palémons auxquels on a pratiqué la section du vaisseau dorsal. — (2) *Mémoire sur les changements de coloration*, etc.

Sur certains individus, la teinte bleue offre ceci de particulier d'être non-seulement généralisée sur les plaques internes de la caudale, quoique les chromoblastes rouges n'y soient point dilatés, mais d'affecter plus spécialement au milieu de chaque plaque une zone centrale avoisinant sensiblement les troncs nerveux qui vont se distribuer aux poils situés en dedans du bord de ces plaques.

En somme, la quantité de pigment bleu dans le palémon est non-seulement variable sous l'influence de la dilatation des chromoblastes, comme nous l'avons montré ailleurs, mais soumise aussi très-probablement à des différences individuelles.

Pour bien se rendre compte du siége de cette coloration bleue, et bien constater qu'elle imprègne les cellules hypodermiques avec leur noyau ou à l'exclusion de celui-ci (les deux cas se sont présentés à nous), le meilleur moyen est celui qui consiste à observer des membres grêles, ceux de la première paire en particulier, au moment où ils viennent de se dégager de la dépouille abandonnée dans une mue. La couche chitineuse est alors peu épaisse ; elle ne gêne point l'observation, et ces membres étant cylindriques, on a un profil qui montre bien la disposition réciproque des parties. On voit alors la coloration imprégner uniformément les éléments de l'hypoderme. On voit très-bien, de plus, les chromoblastes rouges s'étaler à la face profonde irrégulière de l'hypoderme, envoyant de fins prolongements dans les sillons qui séparent les éléments de celui-ci, où ils se terminent en pointe aiguë sans jamais pénétrer jusqu'à la cuticule. Mais on est aussitôt frappé d'une autre particularité : au niveau de chaque chromoblaste, le bleu est plus intense que plus loin. Les éléments qui sont teints le plus fortement, sont ceux à la surface desquels s'étale le sarcode rouge (fig. 6).

Nous retrouvons là encore le même rapport de voisinage que nous avons signalé chez l'écrevisse, chez le homard entre les chromoblastes rouges et la coloration bleue. Dans certains cas où les chromoblastes sont fortement revenus sur eux-mêmes, et ne forment qu'une masse sans prolongement, on ne trouve le bleu qu'au contact immédiat de leur substance, comme dans les deux

exemples que nous avons représentés (fig. 7). Tout autour, on n'en découvre aucune autre trace. Ce pigment bleu — ainsi que nous l'avons montré ailleurs — augmente ou diminue à mesure que les prolongements du chromoblaste s'étalent sur eux-mêmes ou se rétractent.

Ce rapport entre le pigment bleu et la substance des chromoblastes rouges est tellement accusé que, dans certains points où un chromoblaste rouge est accolé à un chromoblaste jaune et que tous deux sont retractés, on voit les gouttelettes bleues avoisiner exclusivement le pigment rouge et non le jaune.

CONCLUSIONS.

1° En résumé, la coloration bleue, chez les crustacés comme chez les vertébrés, offre un siége anatomique absolument différent de celui des pigments appartenant à la moitié la moins réfrangible du spectre, du rouge au jaune plus ou moins rabattus.

2° La coloration bleue des crustacés n'est point due, comme celle des vertébrés, à des effets de fluorescence, mais à un véritable pigment.

3° Tantôt celui-ci est à l'état de dissolution réciproque dans les éléments ou les tissus (test du homard, hypoderme du palémon); tantôt il se présente sous l'apparence de corps solides, ayant une forme plus ou moins définie (branchipe, écrevisse), auxquels nous proposons de donner le nom de *cœrulins*, destiné à rappeler leur nuance constante.

4° Le pigment bleu des crustacés, soit à l'état de dissolution réciproque dans les éléments anatomiques, soit à l'état concret sous forme de cœrulins, présente chez l'écrevisse, chez le homard, chez le palémon, une relation anatomique évidente avec les chromoblastes rouges. Chez l'écrevisse, les cœrulins apparaissent et se développent autour des chromoblastes rouges. Chez le homard, le test bleu repose sur une couche dense de chromoblastes rouges. Chez le palémon, la coloration bleue des tissus est plus intense au voisinage des chromoblastes rouges. De plus, cette teinte

apparaît quand les chromoblastes sont en état d'expansion, elle disparaît après leur retrait.

5° Ce pigment bleu est remarquable par son extrême instabilité (sauf dans le bichlorure de carbone qui conserve les cœrulins). Tous les réactifs qui l'attaquent, sans le détruire immédiatement, le font virer au rouge. Le test bleu, du homard en particulier, donne avec la créosote une dissolution dont la couleur rappelle exactement celle du pigment rouge. Cette considération, rapprochée de la précédente, peut donner à penser que le pigment bleu n'est qu'un dérivé du pigment rouge.

6° La variété rouge d'écrevisse qu'on pêche dans le lac Léman et dans d'autres rivières de la France, est due à l'absence absolue de tout pigment bleu; on peut désigner cet état sous le nom d'*acyanisme*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Fig. 1. *Branchipe*. Tissu hypodermique montrant les cœrulins de forme cristalline mêlés aux chromoblastes de couleur orange à la face profonde du tissu, dont on distingue les larges noyaux ovoïdes. — *a,a*. Chromoblastes isolés.

Fig. 2. *Branchipe*. Cœrulins dans un tissu transparent.

Fig. 3. *Écrevisse*. Coupe du test.

Fig. 4. *Écrevisse* jeune. Chromoblaste environné de cœrulins.

Fig. 5. *Écrevisse*. Cœrulins. — *a*. Cœrulins au voisinage d'un noyau et en amas sphérique; cœrulins isolés. — *b*. Cœrulins vus à un plus fort grossissement.

Fig. 6. *Palémon*. Vue en profil d'un membre, montrant un chromoblaste étalé à la face inférieure de l'hypoderme et la coloration bleue de celui-ci.

Fig. 7. *Palémon*. Chromoblastes rétractés offrant encore dans leur voisinage une trace de bleu.

Structure et usages de la rétine (Thèse d'agrégation. Paris, 1873, par le docteur MATHIAS DUVAL. — *De l'influence de l'éclairage sur l'acuité de la vision*, par le docteur N. TH. KLEIN. Paris, 1873).

Le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* a publié, dans le courant de cette année et des années précédentes (1), les principaux résultats des recherches de Schultze, de Krause et de quelques autres histologistes sur la *structure* de la rétine. Nous ne reviendrons donc pas sur cette partie purement anatomique, mais nous devions nous attacher à compléter ces études antérieures par l'exposé de l'état actuel de la physiologie de la membrane sensible de l'œil. A cet effet, il nous suffira d'analyser, par de nombreux extraits, les deux publications que nous avons inscrites en tête de cet article, et particulièrement la seconde moitié de la monographie du docteur Duval.

La membrane rétinienne est essentiellement le siége de l'*impression lumineuse :* tout ce qui se rapporte à la conduction et à la perception de cette impression n'est plus rigoureusement du ressort de la physiologie de la rétine, et la question ainsi circonscrite peut être étudiée d'une façon complète, dans des limites relativement étroites. En suivant cette marche, le docteur Duval s'occupe d'abord de l'*excitabilité* et des excitants de la rétine : nous ne nous arrêterons pas sur cette partie, qui est, pour le cas spécial, un exposé de la loi générale des *énergies spécifiques des organes des sens*, et qui renferme par suite l'étude des *phosphènes*, produits soit par la compression du globe oculaire, soit par ses mouvements brusques, soit enfin par son excitation à l'aide de l'électricité. Mais cette excitabilité rétinienne n'est pas

(1) Voyez année 1865, p. 333 (His). — 1866, septembre (Th. Leber). — 1868, p. 113 (Schultze). — 1869, p. 691, 438, 543, 649 (Krause). — 1866, p. 417 (Schultze).

la même dans toutes les régions : tout le monde connait l'expérience de Mariotte, et les singulières propriétés de la *papille du nerf optique*, du *punctum cœcum*. On trouvera dans la thèse du docteur Duval l'exposé des différentes manières plus ou moins curieuses, selon lesquelles on a varié l'expérience de Mariotte, ainsi que l'étude des différences que présente l'excitabilité des diverses régions de la rétine examinée d'arrière en avant (1).

Nous nous hâtons d'arriver à l'étude de la sensibilité de la rétine examinée selon son épaisseur. Parmi les nombreuses couches qui constituent cette membrane, toutes sont-elles également sensibles, et s'il n'en est point ainsi, quelles sont celles dans lesquelles se produit essentiellement l'excitation. Ce problème, qui paraît au pemier abord insoluble, a trouvé sa solution dans l'étude des phénomènes entoptiques dont on trouvera l'exposé dans ce *Journal* (extrait de la traduction de Helmholtz, par MM. Javal et Klein) (2). Il résulte de ces expériences que les couches postérieures de la rétine sont seules sensibles à la lumière.

Mais ces expériences elles-mêmes peuvent amener à un résultat plus précis que cette vague formule. Des mouvements que manifestent les ombres

(1) Signalons cependant l'explication de ce fait que la *tache aveugle* ne se traduit, dans le champ visuel, par aucune lacune perceptible : on croirait qu'elle devrait produire un *point noir* permanent. Mais les fibres du nerf optique ne sont pas excitables par la lumière, et nous savons que la papille ne renferme que des fibres du nerf optique. Or ne *ne rien voir* est autre chose que *voir du noir*. L'absence d'excitation optique, dont l'effet sur nous se désigne sous le nom de *noir*, ne peut être évidemment sentie que là où se trouvent des terminaisons sensibles à la lumière ; sous ce rapport, la papille se comporte donc vis-à-vis de la lumière comme une place quelconque de la peau : nous n'éprouvons pas avec la main la sensation de *noir*, bien que nous n'en recevions aucune impression lumineuse. Nous ne voyons rien avec la tache aveugle ; quelle en est la conséquence ? C'est que la portion de l'espace où sont les objets qui viennent faire leur image sur la tache aveugle, n'existent pas pour nous, et non que cette portion de l'espace apparaît remplie par du *noir*. Seulement, selon l'explication de H. Weber, cette portion de l'espace qui n'existe pas pour nous se trouve identifiée à l'aspect général du champ visuel. Les impressions produites autour de la tache aveugle, se trouvant localisées dans le champ visuel au moyen des rayons visuels, la *conscience* doit logiquement percevoir le besoin de points brillants intermédiaires, et paraît, en effet, *se les représenter d'après les règles de la vraisemblance*. C'est pourquoi, dans l'expérience de Mariotte, la couleur du fond blanc (le blanc du papier) se prolonge par-dessus la lacune.

(2) Voy. *Journ. de l'anat. et de la physiol.* 1866, septembre et octobre. — 1867, janvier et février.

des vaisseaux, quand on déplace la source lumineuse, c'est-à-dire de la grandeur apparente du mouvement qu'affectue, dans le champ visuel, l'arbre vasculaire, Helmholtz, par un procédé mathématique que nous ne pouvons indiquer ici, a pu déduire que la couche qui perçoit l'ombre, celle où la lumière qui limite l'ombre provoque une excitation nerveuse, doit être située à une faible distance en arrière des vaisseaux. D'après les mensurations de Muller, la distance qui sépare les vaisseaux de la surface qui perçoit leur ombre doit être de $0^{mm},17$ à $0^{mm},36$. D'après le même observateur, la distancé des vaisseaux à la couche postérieure de la rétine (celle des bâtonnets et des cônes) est de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$, de sorte que la couche sensible doit être *une des plus postérieures* de la rétine, c'est-à-dire celle des cônes et des bâtonnets, ou bien la couche granuleuse externe.

Du reste, cette conclusion devait déjà être prévue, sinon pour la rétine en général, du moins pour la partie la plus sensible, pour la tache jaune. Nous savons, en effet, qu'en ce point, et surtout au niveau de la fossette centrale, la rétine se trouve à peu près complétement réduite à la couche des cônes et à la couche granuleuse externe avec une faible trace de la granulée intermédiaire.

Le rapport qui existe entre la grandeur des éléments postérieurs de la rétine et celle des dernières images visibles, semblerait, au premier abord, devoir trancher la question du siége de l'excitabilité de la rétine. C'est ainsi que la plupart des physiologistes et des physiciens se sont rendus compte de la grandeur du plus petit *angle visuel* (73"). Mais on peut, en tenant compte des recherches de Weber et de Meissner, se trouver, en définitive, très-éloigné de la théorie généralement admise.

D'abord, il y a sous ce rapport des différences individuelles considérables, qui ne concordent nullement avec les dimensions à peu près parfaitement égales des éléments de la membrane de Jacob chez tous les sujets du même âge. D'autre part, admettons que l'image de deux points très-voisins se fasse sur deux éléments rétiniens immédiatement voisins, vous percevrez dans ce cas les deux points lumineux comme séparés, même dans le cas où la distance de leurs images est plus petite que la somme des deux rayons des éléments rétiniens. Mais, s'il en est ainsi, par un petit mouvement latéral, l'image des deux points viendra se peindre tout entière sur un seul élément rétinien, et, par suite, suivant la position de l'image des deux points sur un seul ou sur deux éléments, vous devrez percevoir cette image comme double ou simple (1).

Or l'expérience la plus minutieuse prouve que des cas de ce genre ne se

(1) Voy. Ad. Rist, *Observations sur la physiologie des sensations*. Paris, 1869. Thèse.

réalisent jamais. L'hypothèse de Weber perd donc sa plus grande valeur. Helmholtz l'a adoptée avec une légère modification. Il semble éviter l'objection de Meissner en admettant qu'il faut *un élément interposé entre les deux éléments atteints*. Mais nous pouvons alors répéter le raisonnement précédent. En effet, si nous supposons que la distance des deux points est plus petite que quatre rayons des éléments, les images des points pourront encore se peindre sur les éléments voisins, et alors elles devront se confondre.

Pour notre part, nous croyons que l'explication du phénomène, ou pour mieux dire la source où la théorie doit chercher ses éléments, n'est pas dans la constitution de la *rétine*, mais dans le *centre percepteur*, dans le *cerveau :* ce ne serait pas là une question d'*impression*, mais une question de *perception*. Nous avons trop insisté sur cette distinction, qui a été notre guide quand il nous a fallu choisir un champ bien limité d'étude au milieu de l'immense quantité de faits qu'embrasse la théorie de la vision, pour ne pas chercher à l'établir une fois de plus par une comparaison avec les phénomènes d'*impression* et de *perception* qui se rapportent à l'exercice du *tact*. Nous avons parlé plus haut de l'application de l'*esthésiomètre* (compas de Weber) à l'étude de la sensibilité tactile et nous avons fait allusion à ce qu'on appelle les *cercles de sensation*. Or, si l'on se demande pourquoi les cercles de sensation ont une grandeur différente en divers endroits du corps, on arrive à cette conclusion qu'un cercle de sensation n'est pas une grandeur anatomique, comme par exemple le champ embrassé par les ramifications d'une fibre nerveuse, car il peut varier, par suite de l'attention, de l'exercice et d'autres influences. Comme en certaines régions la distance des pointes du compas embrasse plus de 12 corpuscules de Krause, et que cependant les deux cercles de sensation se touchent ou même se recouvrent en partie, de façon à ne pouvoir être séparés l'un de l'autre dans la perception, on doit admettre que la transmission de l'excitation d'une fibre sensitive à d'autres fibres voisines est un *phénomène central* (ou d'irradiation), un phénomène qui a sa source dans les organes de perception et non dans les éléments qui reçoivent l'impression.

Nous conclurons donc, en résumé, que l'étude de l'*angle visuel*, dans ses rapports avec l'*acuité de la vision*, n'est pas de nature à nous éclairer sur l'importance relative des couches les plus postérieures de la rétine dans le phénomène de l'excitation de cette membrane par la lumière.

Il n'en est pas de même de l'étude de la *marche de la lumière dans la rétine*, et de la *question de la vue droite avec des images renversées*. Ces deux études nous conduisent aux détails les plus délicats de la physiologie de la rétine.

Marche de la lumière dans la rétine.

Cette question ne se posait même pas autrefois. Satisfaits de cette vaine

formule que la rétine est un *écran*, les physiologistes se contentaient de conduire la lumière jusqu'à la surface interne de la sphère rétinienne; puis, l'image étant formée sur cette surface, il n'était plus question de marche des rayons lumineux. Desmoulins fut le premier (1824) qui, étudiant le *tapis* des animaux, émit cette idée que la lumière, après avoir traversé la rétine, se réfléchissant sur la choroïde, pourrait bien n'exercer qu'alors son action sur les éléments sensibles. Il démontra que cette réflexion, loin d'être nuisible à la perception, la porte au plus haut degré, et que les animaux qui, grâce au *tapis*, voient si bien pendant la nuit (nyctalopes), sont aussi ceux qui y voient le mieux le jour: « L'effet du tapis, dit-il, n'est donc pas de troubler la vision, et l'excellence de la vision diurne de ces animaux, coïncidant avec les couleurs du tapis, qui sont la différence de leur œil avec celui de l'homme, tient donc, au contraire, justement à ces couleurs; et, comme ces animaux, qui y voient mieux que nous le jour, y voient aussi mieux la nuit, leur nyctalopie tient encore à la même condition. »

Rouget a repris cette question, en se demandant si les conditions de la netteté de la vision devaient être considérées comme absolument différentes chez les animaux pourvus d'un tapis et chez ceux dont la choroïde présente une surface pigmentée de noir. On admettait généralement que le pigment noir de l'homme et des autres vertébrés aurait pour usage essentiel d'absorber tous les rayons qui ont traversé la rétine. On assimilait la couche pigmentaire de la choroïde aux surfaces noircies des instruments d'optique; mais Rouget a montré que l'on oubliait que ce n'est pas seulement à la couleur noire, mais surtout aux irrégularités, aux innombrables aspérités de sa surface, que cet enduit noir doit la propriété d'absorber les rayons lumineux, et que sous ce rapport la choroïde, recouverte par la couche pigmentaire, présente les conditions d'un miroir réflexe, que l'on peut assimiler aux miroirs construits en optique, avec des surfaces noires, parfaitement lisses et polies.

Faisant alors remarquer que, chez les invertébrés, la surface libre des éléments oculaires analogues aux bâtonnets ont leur surface terminale dirigée vers l'extérieur, et reçoivent par suite l'impression, comme cela a lieu pour tous les organes terminaux des nerfs, par leurs extrémités libres, Rouget se demande si les bâtonnets rétiniens des vertébrés sont impressionnés par les rayons directs ou par les rayons réfléchis. Il arrive à cette conclusion que: « Les rayons directs qui traversent, sans les impressionner, les tubes nerveux superposés dans les couches internes de la rétine, arrivent jusqu'à la surface de contact des bâtonnets et de la choroïde; là ils sont réfléchis, et le centre optique coïncidant sensiblement avec le centre de la courbure de la rétine, la réflexion a lieu sensiblement dans la direction de l'axe des bâtonnets, qui constituent, pour la terminaison des nerfs optiques, l'appareil spécial destiné à recevoir l'ébranlement des ondulations lumineuses. »

Cette théorie a eu depuis un grand succès; elle a été adoptée surtout par les physiologistes allemands, qui, comme d'ordinaire, se sont bien gardés d'en indiquer la source.

C'est à peu près la théorie qu'admet implicitement Ritter; décrivant un cylindre d'axe dans le segment externe comme dans le segment interne des cônes et des bâtonnets, il est amené à considérer ces éléments comme des parties essentiellement excitables.

C'est ce que ne peut admettre Schultze. Nous avons vu qu'il a démontré que le segment externe des bâtonnets se compose de petites lamelles superposées; ces petites lamelles, vu leur structure et leurs propriétés optiques, ne peuvent être des éléments impressionnables; elles ne peuvent servir qu'à *modifier* la lumière. Aussi allons-nous voir s'ajouter aux théories précédentes un élément de plus : jusqu'à présent nous avons vu, avec Rouget et Ritter, la lumière traverser la rétine d'avant en arrière, se réfléchir sur le miroir choroïdien d'arrière en avant, et impressionner aussitôt les éléments sensibles. Quelques physiologistes allemands, et parmi eux Schultze, au début de ses travaux, tendaient à admettre que cette réflexion a lieu au niveau des petites lamelles qui composent le segment externe (des cônes et des bâtonnets). Mais, aujourd'hui, Schultze fait jouer un rôle tout contraire à cette disposition lamellaire : pour lui, la lumière, après sa réflexion sur la surface choroïdienne, subirait à son passage dans les lamelles une modification, une sorte de polarisation, ou plutôt une transformation. Pour lui, la vision consiste essentiellement dans la transformation des *mouvements lumineux* en une autre espèce de mouvements que nous appellerons *mouvements nerveux*. Pour opérer cette transformation, des appareils spéciaux sont nécessaires, et ces appareils, il faut les chercher dans la partie de l'œil où viennent aboutir les fibres du nerf optique. C'est là que les ondulations de l'éther lumineux doivent entrer en rapport avec les fibres nerveuses et « prendre une forme telle que leur *absorption* produit des mouvements dans le nerf, mouvements différents, d'après *leurs longueurs d'ondre* (couleurs, voyez plus loin), et se traduisant finalement par la perception des couleurs. »

Krause émet à peu près la même théorie, c'est-à-dire qu'à la réflexion choroïdienne de la lumière succède une modification intime, une transformation des ondes lumineuses; mais, pour lui, cette transformation se produit sur une plus grande échelle que dans la théorie de Schultze. Outre l'espèce de polarisation qui peut se produire au niveau du segment externe, et à laquelle du reste Krause semble attacher peu d'importance (il en parle à peine ou semble même n'y voir qu'un phénomène de réflexion), il admet que la lumière se trouve modifiée surtout au niveau des segments internes des *grains* de cônes et de bâtonnets. Nous avons vu, en effet, que parfois quelques-uns de ces grains présentaient une structure formée de zones stratifiées réfractant inégalement la lumière; mais nous avons été amené à conclure que cette apparence était purement le résultat d'une altération et ne représentait rien de réel au point de vue de la structure intime de ces éléments; il nous semble donc que l'hypothèse physiologique de Krause manque au moins de bases anatomiques.

Cet auteur a été amené à la théorie que nous venons d'indiquer, parce

qu'il se refuse absolument à voir dans les éléments de la membrane de l'œil les organes terminaux du nerf optique. Nous avons déjà résumé (1) les expériences de sections nerveuses et les études de dégénérescence sur lesquelles il s'appuie pour refuser d'admettre les résultats anatomiques de Schultze; nous avons vu que, pour lui, la terminaison du nerf optique se fait bien avant les couches les plus externes de la rétine, tout au moins dans la couche intermédiaire ou même plus en avant; il est donc amené à placer le siége précis de l'excitabilité rétinienne dans ces couches relativement antérieures. Avec de pareilles conclusions, l'expérience de Purkinje (image des vaisseaux dessinée par leurs ombres) doit l'embarrasser, mais il en fait bon marché.

En résumé, la lumière, après avoir traversé la rétine, se réfléchit pour venir impressionner cette membrane (Rouget); dans ce nouveau trajet, elle est modifiée par les lamelles des segments externes et impressionne immédiatement les segments internes des cônes et des bâtonnets (M. Schultze); ou bien elle est modifiée, transformée successivement dans les deux segments des cônes et des bâtonnets, puis dans les grains de la couche granuleuse sous-jacente, pour venir produire l'excitation dans d'autres couches plus antérieures, mais dont la détermination exacte est encore impossible (Krause). De ces trois hypothèses, celle de Schultze est la plus séduisante; elle entraînerait même tous les suffrages, si le rapport que l'on avait cru établir entre les plus petits objet visibles et les dimensions des éléments de la membrane de Jacob était exact; mais nous avons vu qu'on ne pouvait bâtir aucune théorie solide sur cette base incertaine; nous verrons bientôt que la théorie des couleurs nous fournira de nouveaux éléments pour la solution de cette question difficile.

Quant aux phénomènes intimes qui constituent la modification subie par la lumière au niveau des lamelles des cônes (Schultze), ou des grains de la couche granuleuse externe (Krause), et qui sont comme l'intermédiaire obligé entre le phénomène physique de lumière et le phénomène physiologique d'excitation nerveuse, on n'a pu émettre à ce sujet que des hypothèses sur lesquelles nous n'insisterons que peu, ne voulant pas nous payer uniquement de mots. D'après Hensen, la lumière opérerait dans les couches extérieures des bâtonnets un changement chimique, d'où une action spéciale sur les *fibres de Ritter*, action se transmettant à l'encéphale, et donnant lieu à la sensation lumineuse; mais cette hypothèse plus ou moins ingénieuse s'appuie en définitive sur une condition anatomique que nous avons à plusieurs reprises rejetée comme trop discutable. — Schultze s'explique à ce sujet dans des termes plus vagues, mais en même temps plus généraux, et qui ont du moins le mérite de tenir compte de la *corrélation des forces* et de leur transformation mutuelle. « Si une impression lumineuse, dit-il, ne peut

(1) Voyez, pour plus de détails, Krause in *Journ. de l'anat.* de Ch. Robin. 1869, p. 556.

être produite que par une *absorption lumineuse*, ainsi qu'on est forcé de l'admettre d'après la loi de la conservation et de l'équivalence des forces, le segment externe des cônes et des bâtonnets, éminemment apte par sa structure lamellaire à cette absorption, doit en effet y prendre la part la plus essentielle. Et précisément, chez les différents animaux, et à l'aide de procédés divers, on a pu constater que les dimensions minima de ces lamelles oscillent entre 3 et 8/10e de μ, ce qui représente à peu près les variations de longueur d'ondes que l'on rencontre depuis la partie rouge jusqu'à la partie violette du spectre. » Cette relation a amené W. Zenker, de Berlin, à émettre une hypothèse sur la transformation, au niveau du segment externe des bâtonnets, de la lumière en conduction nerveuse. Cette hypothèse remplace avantageusement le mot vague d'*absorption*, et tend à devenir (surtout pour la perception des couleurs) une véritable *théorie mécanique*. Il a pensé que, pour certaines épaisseurs des lames, les ondulations courantes des différentes parties du spectre se changent en *ondulations stagnantes* (Stehende Wellen) ou ondes fixes, par lesquelles semble se produire l'impression, grâce à une sorte d'*action tétanisante* sur l'extrémité nerveuse.

Il est donc évident, en dernière analyse, qu'ici se produit une transformation de forces; qu'on lui donne simplement le nom d'*absorption* ou celui de *transformation des ondes courantes en ondes fixes* (ce qui est un peu se payer de mots), toujours est-il que, dans le segment externe des bâtonnets ou dans les organes analogues, le mouvement lumineux devient, en se transmettant aux éléments sous-jacents, mouvement nerveux.

Question de la vue droite avec les images renversées. — On sait que, d'après les lois de l'optique, l'œil constituant une chambre obscure munie antérieurement d'une lentille biconvexe, les images des objets extérieurs viennent se former dans la région de la rétine et s'y peignent renversées. Cependant, nous *voyons* (acte cérébral) les objets dans leur position droite réelle. — Ce que cette simple question de la *vue droite avec les images rétiniennes renversées* a fait dire et écrire, formerait plus d'un volume. On trouvera dans la *Physiologie* de Longet un résumé complet des principales théories émises à ce sujet. Rappelons seulement que les géomètres, avec Descartes, admettent que nous rapportons la position des objets à la direction suivant laquelle ils envoient des rayons lumineux; *nous transportons l'impression reçue à la direction normale à la surface de la rétine* (Brewster). A. Rabuteau a récemment soutenu cette théorie d'une manière brillante, en s'appuyant sur l'étude des *phénomènes entoptiques*. Les métaphysiciens, au contraire, font de ce phénomène une affaire de jugement, d'acte cérébral, dans lequel nous sommes guidés par l'habitude, grâce aux notions acquises par le toucher. C'est aussi l'opinion que nous nous sentirions à priori disposé à adopter, et, regardant ce prétendu redressement comme un acte de *perception*, nous n'aurions pas à l'étudier ici, où nous n'analysons que les phénomènes d'*impression* rétinienne. Mais nous nous sommes déjà élevé contre cette vieille formule qui identifie la rétine à un écran; nous avons vu qu'il ne suffit pas de conduire

le rayon lumineux jusqu'à la rétine, il faut le suivre et l'étudier dans cette membrane. Or, après cette étude que nous venons de faire, on peut se demander si nous ne sommes pas en possession de faits capables de nous expliquer la vue droite (par les prétendues images renversées), au moyen de *simples phénomènes rétiniens.*

C'est ce problème intéressant que Rouget a abordé dès 1860; en 1866, son élève Rigail en a esquissé la solution en quelques lignes; enfin, les dernières éditions du *Traité de Physiologie* de Longet contiennent un court exposé de la théorie du professeur de Montpellier. — Mais nous devons à la bienveillance de M. Rouget la bonne fortune de pouvoir insérer ici une note qui est comme son dernier mot sur la solution de cette question.

La situation de l'image subjective des Phosphènes, diamétralement opposée à celle de la région de la rétine excitée (quoique cette image soit complétement indépendante des phénomènes optiques de la vision), démontre que toutes les impressions, communiquées aux extrémités des nerfs rétiniens par l'intermédiaire des bâtonnets, sont *réparties au dehors de l'œil, dans la direction des axes prolongés des bâtonnets.* Les axes prolongés s'entrecroisent au centre de courbure de la rétine (dans l'œil), puisque les bâtonnets sont ordonnés suivant les rayons de cette courbure; après leur entrecroisement, ils ont en dehors de l'œil, dans la place où se produit l'image subjective, une direction inverse à celle des bâtonnets eux-mêmes : les axes prolongés des bâtonnets de la région supérieure de la rétine correspondent à la partie inférieure de l'image subjective (phosphène) ; ceux de la région inférieure à la partie supérieure, etc.

Cette inversion se produit également, quand, au lieu d'un corps solide (extrémité du doigt par exemple pour les phosphènes), c'est une image renversée formée sur le miroir choroïdien qui fait vibrer après réflexion les bâtonnets dans la direction de leur axe. De cette façon, le *renversement physique* (optique), résultant de l'entrecroisement des rayons principaux au point nodal, est compensé et annulé. En un mot, l'*image, renversée par les conditions optiques de l'œil, est redressée par le mécanisme physiologique des sensations reportées à distance du point excité,* comme sont reportées loin du point excité les sensations de fourmillement périphérique résultant de congestion médullaire; ou, mieux encore, comme les sensations des moignons des amputés sont rapportées à l'extrémité des doigts.

Après l'étude de l'excitabilité différente des diverses parties de la rétine, vient naturellement l'étude des divers modes d'excitabilité de cette membrane, considérée, en général, selon les variétés de l'excitant *lumière*. En d'autres termes, il s'agit d'analyser les modes selon lesquels la rétine répond aux variations d'*intensité* et de *nature* de la lumière.

L'étude de l'INFLUENCE DE L'ÉCLAIRAGE SUR L'ACUITÉ VISUELLE nous fournit à peu près toutes les données rélatives aux variations de l'excitabilité correspondant aux variations d'intensité lumineuse. Après un chapitre d'introduction sur la *vision distincte*, sur l'*acuité visuelle* et sur les *limites de cette acuité*, M. Th. Klein aborde l'étude de la *perception des différences d'éclairage*. Cette question a été diversement interprétée depuis les recherches de Fechner sur la *loi psychophysique*. Fechner avait cherché à établir que nos organes sensitifs sont incapables de percevoir des différences inférieures à un rapport qu'il considérait comme *constant*, quelle que fût la valeur absolue des intensités. Pour la lumière, le plus faible rapport perceptible serait 1/64 (d'après les expérience de Bouguer) ; mais Aubert a montré de grandes variations dans ce rapport, et M. Klein adopte les conclusions de ce dernier expérimentateur, conclusions qu'il formule en ces termes :

Il n'existe pas de valeur constante pour la perception des différences. La loi psychophysique de Fechner n'est donc pas exacte pour la lumière.

La perception des rapports d'intensité augmente avec la clarté absolue, et atteint un maximum qu'elle ne dépasse pas. A partir de ce maximum, la faculté de distinguer les différences diminue de nouveau, malgré l'augmentation de l'éclairage.

Mais, pour étudier les variations de l'acuité visuelle sous l'influence de l'éclairage, il fallait d'abord être en possession d'un *procédé photométrique* exact. M. Klein a pris, pour *unité d'intensité lumineuse*, la bougie anglaise qui est très-peu sujette à varier ; mais, à propos de procédé photométrique, après avoir passé en revue les divers modes employés par Bourguer, Lambert, Quetelet, Steinheil, Arago, Wild, Talbot, etc., l'auteur arrive à les rejeter à peu près tous, et montre, dans ce chapitre riche de de faits et de critique,

Que les propriétés connues de la lumière ne permettent pas, quant à présent, d'en comparer les différents degrés d'intensité autrement que par la vue. Les photomètres les plus sensibles paraissent être ceux qui s'appuyent sur la polarisation ; mais, en définitive, ces appareils ne diffèrent des autres que par les procédés de diminution de la lumière. *Le grand désiratum, c'est un procédé de graduation qui ne dépende pas du jugement et de la comparaison oculaire.* Puisque nous en sommes réduits à nous servir de l'œil pour

mesurer l'impression reçue par cet organe, tachons au moins que les indications fournies ne dépendent pas des variations individuelles du jugement et de la faculté visuelle.

C'est là le but que déjà Bunsen avait cherché à atteindre, mais son appareil manquait, d'après M. Klein, d'une qualité importante, l'exactitude, et, de plus, le résultat que l'on obtient avec lui, résultat approximatif, serait lui-même dépendant de l'épaisseur et de la nature de l'écran employé. M. Klein a donc cherché à modifier dans ce photomètre ce qu'il a de défectueux, et c'est ainsi qu'il a obtenu son nouveau photomètre, dont il indique le principe de la manière suivante :

On peut admettre comme vérité évidente que deux lumières égales produisent sur le même œil deux sensations égales, et, bien que sur un autre œil les sensations produites ne seront plus les mêmes que sur celui-ci, elles seront néanmoins égales entre elles. Si cette vérité n'était pas acceptée, il n'y aurait pas de photométrie possible. Supposons que dans le photomètre de Bunsen les deux lumières soient placées dans des conditions telles que la tache commence à ne plus être claire ; laissons la lumière placée derrière l'écran et remplaçons celle qui se trouve en avant par une autre qui doit lui être comparée : du moment où celle-ci commencera à faire disparaître la clarté de la tache, elle sera évidemment égale, non pas à celle qui se trouve en arrière, mais à celle qui se trouvait tout à l'heure devant l'écran. Cette indication est indépendante de la nature de la lumière qui se trouve en arrière, ainsi que de la nature du papier et de l'épaisseur de la tache. De plus, il doit être admis que pour tout œil cette égalité subsistera, et si, pour un autre individu, les distances où la tache s'obscurcit, ne seront plus les mêmes, elles présenteront pour les deux lumières la même proportionnalité. Ainsi nous paraissent évitées toutes les causes d'erreurs et de variations individuelles possibles.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de l'emploi de ces appareils appliqués soit aux lumières transportables, soit, ce qui rend les difficultés bien plus grandes, à la clarté solaire, à la clarté diffuse. Arrivons tout de suite aux résultats obtenus par M. Klein :

Un fait déjà démontré par les expériences de de Haan, c'est que l'acuité notée comme normale n'est pas le maximum. Ce fait ressort avec évidence de nos expériences. Or, il serait logique d'appeler normale l'acuité d'un œil sans défaut de réfraction, ni d'accommodation, à son maximum d'acuité ou au

moins vers l'âge de vingt ans, époque de la conscription, où la décroissance de l'acuité n'est pas encore notable. Un de nos sujets s'est trouvé dans ces conditions, et nous avons vu avec quels faibles éclairages il parvenait à l'unité d'acuité. Si donc nous voulions choisir un éclairage tel que cette acuité normale examinée avec les tables, donnerait pour résultat $v = 1$, il faudrait ne pas dépasser cinq bougies (1). Cet éclairage aurait de trop grands inconvénients, car il serait beaucoup trop faible pour des yeux amétropés et tout à fait impraticable dans l'héméralopie. Il est vrai que, dans un grand nombre de cas, l'examen pourrait encore se faire avec ce faible éclairage au moyen des numéros très-élevés de l'échelle typographique; mais les résultats des différents numéros d'une échelle sont d'autant plus concordants, que ces numéros sont moins élevés dans la série.

Aussi l'éclairage doit-il être assez fort pour permettre d'examiner le plus de cas possible avec les numéros faibles. D'un autre côté, la myopie, comme nous l'avons vu, et l'héméralopie, comme il est facile de le comprendre, présentent des résultats moins nets lorsque l'éclairage est intense. Il est donc de toute utilité de ne pas dépasser l'éclairage 100 où, dans toutes nos expériences, l'acuité du myope recommence à augmenter après être restée stationnaire depuis vingt ou vingt-cinq bougies (2). Ces raisons nous engagent à proposer comme éclairage uniforme, pour la recherche de l'acuité visuelle, la clarté de vingt-cinq à cinquante ou même cent bougies; mais nous n'avons pas besoin de répéter que le choix de cet éclairage uniforme est tout à fait indispensable pour obtenir des données comparables. — Si maintenant nous résumons nos principaux *résultats pratiques*, nous arrivons aux indications suivantes : *Il est indispensable d'avoir un éclairage déterminé;* l'intensité de cet éclairage doit être indiquée en même temps que le degré d'acuité de l'individu examiné. L'éclairage le plus convenable serait de vingt-cinq à cent bougies types anglaises... La détermination de l'acuité visuelle d'un individu avec un éclairage fixe peut servir inversement à mesurer la clarté; il suffirait, pour cet effet, de diminuer la lumière dans une proportion calculable jusqu'à ce que l'on obtienne l'acuité par laquelle on a fixé l'éclairage.

Quant à l'étude des diverses formes de l'excitabilité de la ré-

(1) La plus grande distance d, à laquelle on reconnaisse encore les caractères, divisée par la distance D, à laquelle ils se présentent sous un angle de cinq minutes, donne la formule de l'acuité visuelle : $v = \frac{d}{D}$. — Lorsque d se trouve égal à D, si le n° XX par exemple, se lit à vingt pieds, on a $\frac{d}{D} = \frac{20}{20}$, d'où $v = 1$; en d'autres termes l'acuité visuelle est alors normale.

(2) Ces différents résultats sont représentés par des courbes qui forment onze planches. Pour quelques-unes de ces planches, l'auteur ayant remarqué que l'ascension de la courbe est d'autant plus faible que l'éclairage est plus intense, a imaginé un système d'abscisses dont les divisions égales représentent des intensités lumineuses croissantes et non plus égales (voyez p. 61, *op. cit.*).

tine dans leurs rapports avec les variétés de lumière (*lumières colorées*), elle nous amène à l'étude des *couleurs* dont se compose la *lumière blanche*. Il s'agit de voir comment la rétine est excitée par chacune de ces lumières colorées, dont nous fusionnons les sensations, mais que nous pouvons expérimentalement isoler en les décomposant.

Cette décomposition se fait artificiellement par l'expérience bien connue du prisme de Newton. Tout le monde sait qu'un rayon de lumière blanche est divisé par le prisme en plusieurs rayons de couleur différente, en un *spectre*, où les couleurs font une *gamme* continue. La gamme commence par le rouge (premier rayon visible); puis viennent l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et enfin le violet (dernier rayon visible).

Si nous considérons d'abord le *rouge*, nous remarquons qu'à mesure qu'on descend dans le spectre, la sensation du rouge devient moins intense; il y a donc, comme correspondant à cette partie du spectre, une *excitation rétinienne élémentaire* qui décroît à mesure que les ondes deviennent plus courtes et plus rapides. Mais on voit alors naître une nouvelle *excitation élémentaire*; car, s'il n'y avait que celle du rouge, à mesure qu'on avancerait vers l'autre extrémité du spectre (vers le violet), elle faiblirait avec le raccourcissement et l'accélération croissante des ondes, et le spectre tout entier ne présenterait que des degrés décroissants d'intensité du rouge, tandis que, en réalité, au minimum apparent du rouge, nous voyons se produire une nouvelle excitation distincte, celle du *jaune*. Si nous étudions ensuite l'excitation qui produit le jaune, comme nous avons étudié celle qui produit le rouge, nous remarquons encore que le jaune, après avoir présenté un maximum, au lieu de s'affaiblir indéfiniment jusqu'au bout du spectre, est bientôt remplacé, au moment où il atteint son minimum, par une nouvelle excitation élémentaire, celle du *bleu* (ou du vert, ou du violet, comme nous aurons à le discuter plus loin). En étudiant cette dernière excitation, comme nous avons fait pour les deux précédentes, nous voyons, cette fois, le violet s'affaiblir indéfiniment jusqu'au bout du spectre sans subir aucun autre changement, sans être remplacé par aucune nouvelle excitation. Il y a donc dans le spectre *trois excitations élémentaires*, qui suffisent, en se combinant, pour produire toute la série des couleurs : c'est là ce qui constitue *la gamme des couleurs*; c'est ce qu'on a appelé les *trois couleurs élémentaires*.

Quant à la valeur précise de ces trois couleurs, nous admettrons pour le moment, ainsi qu'on l'admettait autrefois, surtout d'après le mélange des couleurs en peinture, que ce sont le *rouge*, le *jaune* et le *bleu*.

La théorie de l'excitabilité distincte de la rétine par les trois couleurs élémentaires, est un des points les plus délicats de la physiologie de cette membrane; c'est ce qu'on a appelé de tout temps la *théorie des couleurs*. « C'était, dit familièrement Helmholtz, un *morceau* qui avait échappé, non-

seulement à la sagacité de Gœthe, mais encore aux physiciens et aux physiologistes. Je m'étais également consumé longtemps en efforts superflus, lorsque je découvris qu'une solution d'une simplicité surprenante avait déjà été trouvée et imprimée au commencement de ce siècle. Elle est de ce même Thomas Young, qui fit le premier pas dans la lecture des hiéroglyphes égyptiens: c'était un des génies les plus profonds qui aient jamais existé, mais il eut le malheur d'être trop avancé pour son siècle. »

La théorie de Th. Young, reprise et développée par Helmholtz, peut se résumer ainsi : chaque élément excitable de la rétine, et par suite, chaque fibre nerveuse du nerf optique, est composée de trois fibres élémentaires, différemment excitables par chacune des trois couleurs élémentaires. L'une répond vivement à l'excitation du rouge et peu à celles du jaune et du bleu ; la seconde répond très-vivement à l'excitation du jaune, et peu à celles du rouge et du bleu ; enfin la troisième entre vivement en jeu sous l'influence des rayons bleus, et très faiblement sous celles du rouge et du jaune. Le mélange de ces trois excitations, dans des proportions différentes, fait naître la sensation de toutes les autres couleurs du spectre.

Quelles sont les couleurs élémentaires ? — Le rouge, le jaune et le bleu, qu'on regardait autrefois, et que, quelques pages plus haut, nous avons provisoirement regardés comme représentant les trois couleurs élémentaires ou fondamentales, ne le sont pas en réalité d'après les recherches récentes des physiciens. Les peintres les désignent encore comme telles, et, en effet, ils peuvent par leurs mélanges reproduire avec assez de fidélité toutes les nuances et tous les tons ; mais il n'en est pas ainsi si l'on fait arriver sur la rétine les couleurs de même nom empruntées au spectre solaire : la différence la plus frappante, entre le mélange des couleurs pour la peinture et le mélange de lumière colorée, consiste en ce que les peintres obtiennent du vert par le mélange du bleu et du jaune, tandis que le mélange de lumière jaune et de lumière bleue donne de la lumière blanche. C'est qu'en effet les peintres mélangent, non pas les impressions colorées, mais les matières colorantes elles-mêmes, ce qui est bien différent : dans le mélange des poudres colorées, il se passe, en effet, des phénomènes d'absorption lumineuse qui interviennent pour modifier les résultats.

Nous n'avons pas à faire ici une étude pratique des couleurs; nous n'étudions que l'excitant lumière et ses effets sur la rétine : nous admettrons donc, d'après les résultats récents des physiciens et des physiologistes, que les couleurs fondamentales sont le *rouge,* le *vert* et le *violet.* — Du reste on n'est pas encore parvenu à s'entendre bien exactement sur ces trois couleurs fondamentales. Tous les expérimentateurs sont d'accord pour le *rouge,* on tend à admettre le *vert ;* il y a pour le *violet* plus de discussions ; mais une expérience récente de Preyer semble prouver jusqu'à l'évidence que le *violet est bien l'une des trois couleurs fondamentales* (1).

(1) Voyez tout au long cette observation de Preyer, dans l'année 1872 de ce *Journal*. Numéro de mai, p. 334.

De la saturation d'une couleur. — On dit qu'une couleur est *saturée* lorsqu'elle est aussi *pure* que possible, c'est-à-dire *sans mélange* d'aucun des autres éléments de la lumière colorée. Pour traduire cette proposition en langage physiologique, et en admettant l'hypothèse de Young, nous dirions que, par exemple, nous avons la sensation du *rouge saturé* lorsque la fibre élémentaire, l'organe terminal élémentaire qui correspond à l'excitation du rouge, entre complétement seul en activité. Or, si la théorie d'Young est vraie, nous ne devrions jamais avoir la sensation d'une couleur saturée, puisque, d'après cette hypothèse, si la lumière rouge excite énergiquement l'élément qui correspond au rouge, elle excite aussi, quoique à un bien plus faible degré, ceux qui correspondent au vert et au violet. Toute lumière rouge, en produisant l'excitation du rouge devra donc y mêler toujours une quantité, infiniment petite il est vrai, de vert et de violet.

C'est ce qui a lieu en effet. Bien des personnes seraient étonnées si on leur disait qu'elle n'ont peut-être jamais eu la sensation élémentaire du rouge porté à son maximum, sans qu'il y fût joint les deux autres, à leur minimum il est vrai. En effet, un artifice expérimental fort ingénieux permet d'isoler le rouge maximum, que nous avons pris pour exemple, de toute trace des deux autres couleurs : il suffit pour cela d'émousser la sensibilité de l'œil pour ces deux dernières, c'est-à-dire de fatiguer, de rendre inexcitables les éléments rétiniens du vert et du violet ; alors, la lumière rouge ne mettra en action que le seul élément rétinien du rouge, et nous aurons la perception du *rouge saturé*. Si donc nous fatiguons une *partie* de la rétine par une longue contemplation du vert bleuâtre du spectre, et que nous rendions ainsi cette partie de l'œil aveugle à la fois pour le vert et pour le violet, lorsque nous porterons immédiatement ensuite le regard sur un rouge spectral aussi pur que possible, la portion de ce rouge qui viendra impressionner la partie précédemment fatiguée de la rétine, nous paraîtra d'un *rouge saturé intense*, d'un rouge plus pur que le reste du rouge spectral qui l'environne, et qui est pourtant le rouge le plus pur que le monde extérieur puisse nous offrir.

Nous voyons donc, en somme, que l'étude de la saturation d'une couleur confirme exactement l'hypothèse émise par Young.

Après avoir cherché dans l'étude de la *dychromatopsie* de nouveaux arguments en faveur de la théorie de Th. Young, l'auteur étudie les *bases anatomiques de cette théorie des excitations colorées*. Nous ne reproduirons pas les diverses parties de ce travail, car la plupart des éléments en ont été empruntés aux mémoires publiés dans ce journal, et notamment aux recherches de Schultze, sur les *boules colorées* de la rétine des oiseaux (1868, page 104) ; nous nous contenterons d'un passage sur le

degré d'excitabilité (par les couleurs) des diverses régions de la rétine :

Les régions de la rétine humaine les plus aptes à percevoir et à distinguer les couleurs sont celles qui sont les plus riches en cônes ; en première ligne vient la tache jaune, qui, nous le savons, ne renferme que des cônes : à mesure que l'on examine les portion équatoriales, puis les parties antérieures de la rétine, l'excitabilité chromatique s'affaiblit et disparaît : « Chacun de nous est aveugle pour le rouge, près de la limite du champ visuel. Nous voyons le mouvement d'une fleur de Géranium que nous faisons aller et venir dans le champ de vision, mais nous ne distinguons pas sa couleur, laquelle se confond avec celle du feuillage de la même plante (Helmholtz). » Or, nous savons que les cônes deviennent très-rares, sinon totalement absents, vers les zones antérieures de la rétine proprement dite.

Woinow a fait de nombreuses recherches sur les divers degrés d'excitabilité de la rétine par les couleurs, dans les diverses zones de cette membrane. De ses travaux et des recherches toutes récentes de Ruckhard, il résulte, ainsi qu'on le savait du reste depuis lonptemps, que les couleurs composées sont perçues tout autrement vers les régions antérieures que vers le pôle postérieur de la rétine. Expérimentant principalement avec la *couleur pourpre*, ces physiologistes ont montré que, vers le point de fixation (tache aune) et dans une certaine étendue autour de lui, l'objet de couleur pourpre apparaît avec sa véritable couleur. Cette partie centrale est entourée d'une zone presque équatoriale, où la couleur pourpre est perçue comme bleue, très-nette; enfin, plus en avant, il n'y a plus de couleur, et l'objet paraît gris.

Si l'on se demande, maintenant, comment expliquer la différence des impressions dans ces trois zones, il se présente trois hypothèses : — 1° influence de l'intensité de la lumière. On sait, en effet, que toute couleur du spectre, à mesure que la lumière devient plus forte, change de nuance et passe par tous les degrés, jusqu'au blanc ; mais comme, au contraire, nous savons que l'intensité lumineuse des impressions diminue graduellement à la périphérie de la rétine, cette explication ne peut être invoquée ici, ou bien est insuffisante pour expliquer la perception d'un bleu *très-net.* — 2° On invoquerait plutôt ce fait également connu, que les nuances changent quand l'éclairage diminue et que les dimensions de l'objet coloré influent également sur la perception des couleurs. Mais dans ni l'un ni l'autre de ces cas, un corps rouge pourpre ne peut paraître bleu. Il faut donc chercher une autre explication. — 3° Celle-ci est parfaitement d'accord avec la théorie de Th. Young. Il faut admettre que les éléments qui sont impressionnés par les couleurs élémentaires ne sont pas également distribués dans la rétine, mais présentent des départements d'inégale grandeur : à la partie où se trouvent réunis les trois éléments excitables, la sensibilité pour les couleurs est parfaite ; mais en dehors de là, elle ne l'est plus. Dans la bande périphérique

l'objet *rouge pourpre* paraît *bleu*, manquent les éléments excitables par le rouge, de sorte que le bleu (ou violet?), qui est un des éléments constituants du pourpre, apparaît seul. Le rouge, l'orange, le jaune et le vert paraissent d'une couleur jaunâtre, de sorte qu'on peut, même dans l'œil sain, considérer cette zone comme *aveugle pour le rouge*.

Dans la bande externe ou antérieure, où toutes les couleurs paraissent grises, on peut expliquer le phénomène en disant que : ou bien, par suite du peu de lumière, aucune impression de couleur ne peut avoir lieu, ou bien, que les éléments de la rétine destinés à cette perception font défaut. Peut-être y a-t-il cependant encore là des organes sensibles, ou du moins légèrement excitables par le *vert;* car, à ce niveau, le vert et le jaune donnent l'impression du *blanc* et non du gris. — Pour les autres couleurs, on peut appliquer ici la théorie de Schultze, d'après laquelle les bâtonnets, qui sont plus nombreux à la périphérie de la rétine, ne perçoivent pas les couleurs comme les cônes, mais distinguent seulement ce qui est *clair* ou *obscur*.

La circonscription rétinienne où se produit l'excitation par le rouge, peut varier d'étendue et se réduire à la tache jaune ; si elle se réduit davantage, nous tombons dans le cas de cécité complète pour le rouge. Pour nous arrêter seulement ici sur le cas des individus dont la tache jaune est seule excitable par le rouge, nous dirons qu'on ne connaît par la disposition anatomique qui pourrait correspondre à cette particularité. Sans doute les cônes sont distribués dans le champ rétinien comme dans les yeux normaux ; mais les éléments du rouge sont plus difficiles à faire entrer en vibrations, ou leurs vibrations se perçoivent plus difficilement. En effet, non-seulement ces sujets ne distinguent le rouge que quand ils fixent l'objet coloré, mais il en est encore quelques-uns d'entre eux qui ne distinguent bien cette couleur que quand elle contraste avec une autre couleur élémentaire placée dans son voisinage; c'est ainsi qu'ils ne reconnaissent le rouge que près du vert, par exemple des fraises entourées de leurs feuilles, etc.

Il faudrait un volume entier pour résumer toutes les expériences qui ont été faites sur la vision des couleurs par les différentes régions de la rétine. Nous donnerons seulement quelques nouveaux détails sur le *vert*. Le vert donne des impressions très-particulières : en l'éloignant latéralement de l'axe visuel, il devient jaunâtre; certaines variétés de vert donnent à un endroit déterminé du champ visuel une couleur jaune très-prononcée ; à la périphérie du champ visuel, elle devient sale, et, selon le fond employé, elle devient grise, ou d'un gris sale. De même que le jaune, et contrairement à d'autres couleurs (le rouge dans quelque cas), le vert ne paraît jamais noir à la périphérie. Ainsi, quand nous regardons d'un seul œil le spectre solaire, de façon à fixer le rouge, le spectre nous apparaît de la manière suivante : nous voyons d'abord le *rouge, puis vient une large raie jaune, puis le bleu;* le vert n'est pas vu avec sa couleur verte, mais paraît jaune; le violet est également invisible.

Nous ne pouvons entrer plus avant dans l'étude des couleurs, étude qui

constitue aujourd'hui toute une science. Il nous suffit d'avoir indiqué les faits les plus saillants, et qui peuvent le plus être invoqués en faveur de la théorie de Th. Young et Helmholtz.

On a hæmatozoon inhabiting humanblood its relation to Chyluria and other diseases (*Sur un hématozoaire du sang de l'homme, son rôle dans la chylurie et autres maladies*), par I. R. Lewis. Calcutta, 1872.

L'auteur rappelle en commençant que l'existence de parasites vivant dans le sang de l'homme est une opinion très-ancienne. Mais elle n'a jamais été démontrée. On doit refuser ce nom d'*hématozoaires* aux parasites qui sont passés de l'intestin dans la veine porte, comme le *Distoma hæmatobium*, découvert par Bilharz en 1851, et quelques autres distomes mal décrits.

En effet, ils sont beaucoup trop gros pour traverser les vaisseaux d'un petit calibre et n'ont été trouvés que dans les gros troncs. Même remarque s'applique aux échinocoques, qui ont pu accidentellement être rencontrés dans le système circulatoire.

On ne peut non plus accorder ce nom d'*hématozoaires* aux parasites qui ne font dans les vaisseaux qu'un très-court séjour et les traversent pour aller se fixer dans les tissus éloignés, par exemple la *Trichina spiralis*, qui, du reste, n'a jamais été trouvée dans le sang.

Bien différents sont les faits sur lesquels s'appuie ce mémoire. Ici il s'agit bien de vers ayant élu domicile dans le liquide sanguin et qui se montrent dans chaque goutte de sang obtenue par une piqûre d'aiguille en un point quelconque du corps. C'est au mois de juillet 1872 que M. Lewis les a découverts, en examinant au microscope le sang d'un Hindou atteint de diarrhée. Il reconnut qu'ils étaient de même nature que ceux qu'il avait observés deux ans auparavant dans l'urine chyleuse et décrits dans un précédent mémoire formant un appendice au sixième rapport du commissaire sanitaire près le gouvernement de l'Inde.

Suivant M. Busk, naturaliste distingué, ces vers nématoïdes appartiendraient au genre du *Filaridæ*. L'auteur propose comme dénomination spécifique celle de *Filaria sanguinis humani*. Il les a rencontrés dans l'urine de tous les individus atteints de chylurie accompagnée de plus ou moins d'hématurie, qu'il a vus au nombre d'une vingtaine.

M. Lewis rapporte ensuite, avec quelque détail, l'histoire des malades atteints de chylurie sur lesquels il a aussi constaté la présence des entozoaires dans le sang.

Dans la troisième observation leur nombre, dans chaque préparation microscopique, était considérable : on en a trouvé jusqu'à douze. L'auteur tâche d'évaluer leur nombre dans la totalité du fluide sanguin et arrive au chiffre approximatif de 140000.

Il n'y a pas de relation absolue entre leur nombre dans le sang et leur nombre dans l'urine. L'individu dont le sang était si riche en vers en avait relativement peu dans l'urine.

L'auteur passe à la description des hématozoaires. Ils ont l'aspect de *petits serpents* qui, durant les premières heures qui suivent leur extraction, se plient et se replient incessamment en faisant mouvoir les globules sanguins qui les entourent. Malgré ces mouvements continus, ils ne progressent pas dans le champ du microscope.

Avec un objectif d'un quart de pouce, on peut, à certains moments, lui découvrir une *queue* ayant le quart de sa dimension totale; puis, à d'autres moments, on n'en trouve plus trace. Le même phénomène peut se produire vers son extrémité la plus volumineuse, qu'on peut appeler *extrémité céphalique*, mais cela est plus rare. Ordinairement celle-ci est mousse ou légèrement effilée, mais de temps à autre elle paraît darder une sorte d'aiguillon: un instant après, l'animal incline sa tête, et l'aiguillon se recourbe à sa suite.

A ce même grossissement, les hématozoaires sont hyalins, non granuleux au moment où ils viennent de sortir des vaisseaux. Les plus gros spécimens cependant présentent souvent un amas de granulations un peu au-dessous du milieu du corps, ainsi qu'on le voit sur la figure 1.

Parfois aussi un point brillant se montre à la grosse extrémité et représente très-probablement l'orifice buccal.

A mesure que leurs mouvements se ralentissent, leur substance devient granuleuse. Lewis a pu en conserver vivants pendant trois jours.

L'alcool, le sublimé corrosif, la glycérine, l'acide phénique, les détruisent et rendent leurs contours indistincts au milieu des globules sanguins. Par contre, un bon moyen de conserver les préparations paraît être de les exposer aux vapeurs d'acide osmique.

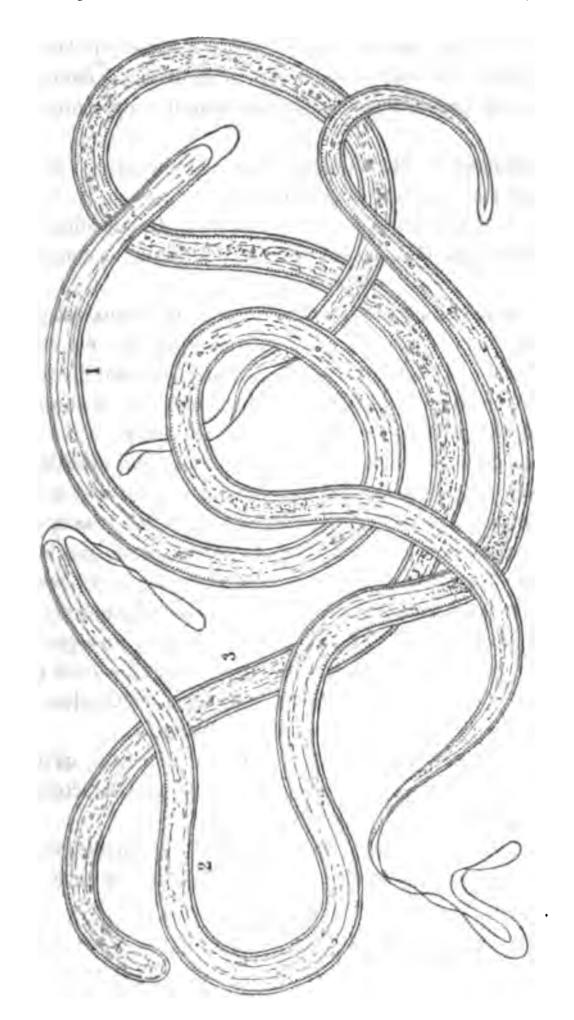
M. Lewis a eu la patience d'observer pendant huit heures consécutives un de ces hématozoaires, afin de suivre les changements qui se produisent chez eux progressivement avant qu'ils n'arrivent à l'état granuleux qui caractérise la mort. Il s'est servi d'un objectif à immersion d'un huitième de pouce. Voici le résultat de cet examen :

D'abord, les mouvements de l'animal étaient si rapides qu'on ne pouvait rien distinguer nettement, sauf des stries transversales très-fines que l'objectif $\frac{1}{4}$ avait déjà permis de soupçonner.

A mesure que les mouvements se ralentissaient, on put voir que les stries ne s..t pas situées sur l'enveloppe du ver, mais appartiennent à sa substance même. En outre, la queue, qui, à un grossissement de $\frac{1}{4}$, avait l'aspect d'un cordon, paraissait maintenant être aplatie comme un ruban, et battait les globules dans le sens vertical ou dans le sens horizontal, à la manière d'une nageoire (fig. 3, 1). Un phénomène tout à fait semblable fut observé à l'autre extrémité (fig. 3, 2).

Après cinq heures d'observation, M. Lewis put se rendre compte de la

véritable nature de ces prolongements terminaux. A un certain moment, comme la queue était placée exactement au foyer, il vit ce filament hyalin se redresser par l'introduction subite entre ses plis de l'extrémité même du ver. Aussitôt après, la queue subit de nouveau une rétraction, et l'appendice reprit



1. Hématozoaires vivants observés dans une seule préparation du sang obtenu en piquant avec une aiguille le doigt d'une femme européenne atteinte de chylurie. (Quelques globules rouges ont été introduits pour montrer les dimensions des *Filariæ* par rapport à eux.). — 3. Aspects divers présentés par un seul hématozoaire observé avec les objectifs à immersion 1/8° et 1/12°.

son aspect rubané; en même temps le filament rubané de l'autre extrémité fut soudainement redressé par une projection analogue de la *tête* du ver jusqu'à la terminaison du filament.

On peut donc dire que l'hématozoaire est enveloppé par un tube très-délicat fermé aux deux bouts, dans l'intérieur duquel il peut s'allonger et se raccourcir. Ce tube, comme le sarcolemme des fibres musculaires, est

dépourvu de structure apparente; il est parfaitement transparent et ne se distingue du liquide où il est plongé que grâce à son pouvoir réfringent différent.

A mesure que les mouvements du ver devenaient moins vifs et qu'il prenait un aspect granuleux, Lewis crut distinguer un orifice buccal et une apparence d'œsophage terminé en cæcum (fig. 3, 3). L'observation du ver fut abandonnée bientôt après; le lendemain matin, il était tout à fait opaque, bien qu'il continuât à se replier languissamment au milieu des corpuscules sanguins.

Les dimensions moyennes de l'hématozoaire sont les suivantes : largeur, $= \frac{1}{3500}$ de pouce; longueur, $= \frac{1}{75}$ de pouce environ.

L'auteur compare ensuite ce ver avec la trichine et le dracunculus; puis, après des considérations cliniques sur la chylurie, il formule les conclusions de son travail :

1° Le sang des personnes qui ont vécu dans les pays tropicaux est parfois envahi par des filaires microscopiques qui n'ont pas jusqu'ici été classées parmi les espèces connues. Ces animaux peuvent exister pendant des mois et des années sans qu'on observe des accidents. Ils peuvent, dans d'autres cas, donner lieu à des maladies graves, et finalement causer la mort.

2° Les phénomènes produits par cette infection du sang sont probablement dus à l'arrêt des fluides nutritifs dans les divers canaux (cet arrêt est peut-être dû à l'agrégation accidentelle des hématozoaires). Il en résulte ou des obstructions ou des ruptures de leurs parois délicates; en sorte que le contenu des chylifères des lymphatiques ou des capillaires doit s'échapper par les voies d'excrétion les plus commodes. L'humeur ainsi rejetée peut servir de véhicule, hors des voies circulatoires, à quelques filaires, ainsi que cela a été démontré pour la sécrétion urinaire et pour la sécrétion lacrymale ou des glandes de Meibomius. Cela peut se reproduire à de longs intervalles, aussi longtemps, en somme, que les filaires existent dans le sang.

3° Il est de règle que l'état chyleux de l'urine ne constitue qu'un des *symptômes* de cet état de la circulation, bien qu'il soit le plus caractéristique que nous possédions actuellement.

4° Enfin il est probable que des phénomènes jusqu'ici inexplicables, qui caractérisent les maladies tropicales, pourront être rapportés à une cause semblable ou à une cause de même ordre.

Le chimisme de la respiration considéré comme phénomène de dissociation, par F. C. Donders. (Extrait des *Archives néerlandaises*, t. VII, 1872.)

Les anciennes théories chimiques de la respiration ont fait place à la théorie mécanique qui a été établie par Magnus. Un échange physique, ayant

les caractères de la diffusion, entre les gaz dissous dans le sang et ceux de l'air qui remplit les poumons, telle était l'idée qui formait la base de cette théorie.

De plus en plus, toutefois, elle dut avoir recours à ce qu'on a appelé des combinaisons chimiques instables, « lâches », et successivement on découvrit aussi des faits qui indiquaient une action chimique véritable, dans la pleine acception du mot.

Aussi longtemps que les gaz pouvaient encore être chassés dans le vide ou par d'autres gaz, on avait affaire (lorsque ce n'était pas simple dissolution) à une combinaison chimique « lâche ».

Lorsqu'ils étaient tellement fixés, que ces moyens ne suffisaient pas à les expulser, il ne pouvait plus être question d'une combinaison lâche, il s'agissait d'une combinaison chimique *in optima forma*. C'est de cette manière, ainsi que l'a montré M. Pflüger, que le sang, extrait de la veine, fixe en peu de minutes une certaine quantité d'oxygène, et une action chimique analogue joue un rôle essentiel autour et à l'intérieur des vaisseaux capillaires de la grande circulation. Une autre action chimique, c'est que les poumons eux-mêmes favorisent activement l'expulsion de CO^2 (Ludwig).

Mais ce ne sont pas les phénomènes, cités en dernier lieu, que j'ai ici en vue. Peut-être; d'ailleurs, se trouvent-ils déjà en dehors de la notion proprement dite du chimisme de la respiration. Je ne vais pas plus loin que les actions réversibles, — dont les expériences de Magnus, qui a chassé un nombre indéfini de fois O par CO^2 et CO^2 par O, nous ont donné une idée si claire, — les actions qui, abstraction faite de la dissolution, ont été rapportées à des combinaisons chimiques, « lâches » ; en d'autres termes, je considère les conditions de l'échange gazeux, dans la forme où il s'effectue lorsque les gaz sont donnés, sans m'occuper de ce qui précède ou de ce qui suit. Or, dans ces limites, je pense que le chimisme de la respiration doit être interprété comme un phénomène de dissociation. Ces combinaisons lâches sont à l'état de dissociation, *en partie* entières, *en partie* détruites.

La dissociation est, ou bien la résolution de la molécule d'un corps en deux ou plusieurs molécules nouvelles d'une composition moins compliquée, et semblables ou dissemblables entre elles ($N^2O^3 = NO^2 + NO^2$ et $CaCO^3 = CaO + CO^2$), ou bien la réaction des molécules les unes sur les autres, donnant lieu à des molécules nouvelles par double décomposition ($H^2O + H^2O = 2(H^2) + O^2$). Le caractère auquel on la reconnaît, c'est que les phénomènes se produisent *sous l'influence d'une certaine température*, sans l'intervention d'un autre corps.

Telle est la définition de la dissociation, dans le sens le plus large du mot. Dans une acception plus restreinte, elle comprend les phénomènes précités seulement lorsque l'action est réversible, de façon que les molécules, dans lesquelles un corps s'est scindé par la chaleur, s'unissent de nouveau, pour reformer la combinaison primitive, aussitôt que se rétablissent les conditions primitives (de température et de tension). De pareilles actions réversibles se voient dans les deux exemples cités ci-dessus. Comme exemples d'actions

non réversibles, on peut donner la dissociation de l'ammoniaque en azote et hydrogène ($NH^3 + NH^3 = N^2 + 3H^2$), puis la décomposition, par la chaleur, du sucre, des matières albumineuses, etc.

Dans les actions réversibles on a affaire à l'équilibre mobile des molécules. dont la notion a été élucidée surtout par MM. Buys-Ballot et Pfaundler; c'est à cet ordre de phénomènes qu'appartient aussi le chimisme de la respiration.

Une combinaison se trouve à l'état de dissociation lorsque, sous l'influence d'une température constante, elle est en partie décomposée, tandis qu'une autre partie persiste sans altération. La décomposition partielle se laisse constater le plus facilement dans le cas où le corps lui-même n'est pas volatil, mais où un ou plusieurs de ses produits de décomposition peuvent prendre l'état gazeux. Un exemple instructif nous est offert par le carbonate de chaux CO^3Ca. M. Debray a trouvé que ce corps, chauffé dans le vide, était encore complétement inaltéré à 350 degrés; il y avait décomposition à peine appréciable (température de dissociation) vers 440 degrés; à 860 degrés la décomposition continuait jusqu'à ce que la tension de l'acide carbonique mis en liberté fût de 85mm. de mercure; à 1060 degrés, jusqu'à ce que cette tension s'élevât à 520mm. L'état d'équilibre pour une température donnée est atteint, lorsque la densité du gaz CO^2 est telle, que le nombre des molécules entrantes qui sont retenues est égal à celui des nouvelles molécules sortantes (équilibre mobile des molécules). Si les molécules sortantes sont emportées au fur et à mesure (par un courant d'air privé d'acide carbonique), de manière qu'aucune molécule ne puisse rentrer, la décomposition finit par devenir totale, à condition seulement que la température de dissociation soit atteinte, et elle s'opère d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

De la même manière, une dissolution de bicarbonate de potasse, chargée de cristaux en excès et abandonnée dans le vide, perd de l'acide carbonique, jusqu'à ce que le gaz libre ait acquis une tension déterminée, croissante avec la température. Déjà, à la température ordinaire, ce sel (de même que le bicarbonate de soude) est transformé complétement en carbonate neutre, lorsque les produits CO^2 et H^2O sont enlevés à mesure qu'ils se dégagent : une température de 10 degrés suffit pour cela ; à une température plus élevée, la transformation marche avec plus de rapidité.

Dans le processus réversible, la dissociation est accompagnée d'une absorption de chaleur : la recombinaison, d'un dégagement.

La notion que je viens de donner de la dissociation suffira pour montrer que ce phénomène joue le rôle essentiel dans l'échange gazeux dont le sang est le siége. On peut, à bon droit, s'étonner que cette vérité n'ait pas été reconnue et énoncée plus tôt. *Tous* les faits connus concernant l'absorption, le déplacement et l'extraction des gaz s'accordent avec elle. Nous avons ici des corps qui se trouvent dans l'état de dissociation à la température ordinaire : là où les quantités suivent la loi de Henry-Dalton, nous admettons la dissolu-

tion ordinaire. C'est ce qui a lieu sans doute pour l'azote. Quant à CO^2, nous trouvons dans plusieurs sels, peut-être aussi dans quelques matières albumineuses du plasma du sang (ainsi que dans les corpuscules sanguins), les corps en état de dissociation, qui cèdent CO^2 en présence de la tension de CO^2 telle qu'elle existe dans les poumons, qui l'absorbent en présence de la tension dans les tissus, et qui, dans les limites où la température varie ici, obéissent à ces variations. Pour l'oxygène, l'oxyhémoglobine est le corps en état de dissociation, qui absorbe O à la pression de ce gaz dans les poumons et le cède à la pression dans les organes, l'une et l'autre action se faisant sans doute, en partie, par l'intermédiaire du plasma sanguin qui, à l'égard de O, se comporte plutôt comme simple agent de dissolution.

A ce point de vue, il y aura à exécuter pour le sang et pour quelques-uns de ses principes constituants les déterminations qui sont nécessaires, en général, pour les corps à l'état de dissociation : celle de la température à laquelle la dissociation commence, celle du degré de la dissociation, en fonction de la tension et de la température, et celle de la rapidité avec laquelle la dissociation procède. Beaucoup de questions importantes concernant la rénovation moléculaire, chez les animaux à sang froid ou à sang chaud, dans des conditions normales ou anormales se rattachent à ces déterminations.

Dans quelques recherches, entreprises à ce sujet, j'ai fait entrer aussi la combinaison de l'oxyde de carbone avec l'hémoglobine des corpuscules sanguins. Du reste, je n'ai encore étudié que l'influence de la température sur la vitesse des phénomènes de dissociation.

Les résultats obtenus sont les suivants :

I. Du sang défibriné ayant été agité jusqu'à saturation avec de l'air atmosphérique privé de CO^2, on en chassa O :

a. par H. A0°, température de dissociation à peine atteinte à 1 degré, dissociation irrécusable, mais pourtant très-faible. A 87 degrés, le courant de H dégage plus de O en 10 secondes, qu'à 1 degré en 1000 secondes.

b. par C 0^2. On trouve qu'à 37 degrés O est expulsé plus rapidement qu'à 0 degré, bien qu'à 0 degré il y ait probablement plus de O absorbé. En peu de secondes, même à 0 degré, les échantillons de sang sont devenus foncés ; sous ce rapport, CO^2 agit *beaucoup* plus rapidement que H. Il est à remarquer que les échantillons soumis à l'influence du courant de CO^2 ne sont devenus 1 ou 2 jours après, qu'un peu plus foncés, et qu'ils sont alors manifestement d'une couleur beaucoup plus claire que les échantillons traités seulement par l'air privé de CO^2, sans passage ultérieur de CO^2. Ce n'est qu'au bout du 2 jours 1/2 que tous présentent à peu près la même teinte. — Il résulte de là, que la diminution de O, avec absorption de CO^2, s'oppose à la transformation ultérieure du sang. En général, la présence de CO^2 paraît déprimer les actions chimiques dont lui-même est un des produits. A ce point de vue, on s'explique que la présence de CO^2 et la diminution de O soient toutes les deux, de la même manière, savoir en ralentissant l'échange moléculaire, le stimulant actif (indirect) du mouvement respiratoire.

Lorsque le sang est traversé par CO^2 à une température plus élevée, il en résulte, au bout de quelque temps, une décomposition plus profonde de l'hémoglobine, ce qui fait perdre à ces expériences leur valeur.

II. Du sang défibriné, traité par CO^2 en excès, puis soumis à l'action d'un courant d'air atmosphérique privé de CO^2, acquiert une couleur rouge clair beaucoup plus rapidement à 0 degré qu'à 37 degrés. A 0 degré le sang était plus clair au bout de 1/2", qu'à 37 degrés au bout de 1". Après que le passage de l'air eût été continué pendant 6 minutes, les deux échantillons étaient d'un rouge clair identique. — A 0 degré, le sang traversé par le courant gazeux formait, toutes conditions égales d'ailleurs, des bulles à surface totale plus grande. Cette circonstance exerçait dans l'expérience I une influence défavorable sur le dégagement de O, dans II une influence favorable sur son absorption. Le résultat de I est donc vrai à fortiori et mieux établi que celui de II. Relativement à ce dernier, de nouvelles expériences, faites d'une autre manière, sont encore nécessaires.

III. Du sang défibriné et saturé d'oxyde de carbone, soumis à un courant de O, de H ou de CO^2, perd de l'oxyde de carbone, déjà même à 0 degré, de sorte que l'hémoglobine est dépouillée de plus en plus de son CO. L'assertion de M. Hermann, que O est chassé par CO de sa combinaison avec l'hémoglobine, mais que la réciproque n'a pas lieu, est, quant à ce dernier point, inexacte. Même H expulse CO : déjà à 0 degré la CO-hémoglobine se trouve à l'état de dissociation. La température a une grande influence sur l'expulsion par H ; sur celle par O cette influence est plus faible. — CO, sous l'action d'un courant de O, ne se dégage pas à l'état de CO^2. Lorsque toute trace de CO^2 a été chassée du sang à l'aide de CO, et qu'on le fait ensuite traverser par de l'air atmosphérique complétement privé de CO^2, le liquide, à 37 degrés, ne cède aucune quantité appréciable de CO^2, même en une heure entière, temps durant lequel une grande partie de la CO-hémoglobine s'est changée en oxyhémoglobine. Dans mes premières expériences, faute de soins assez minutieux pour l'expulsion complète par du gaz CO absolument exempt de CO^2, j'avais trouvé des traces de CO^2 dans l'air après sa sortie du liquide.

CO^2 chasse CO plus rapidement à 37 degrés et 40 degrés qu'à 0 degré, mais cette action est suivie de décomposition de l'hémoglobine et de rembrunissement de la couleur.

Il reste à examiner si pour la combinaison encore plus stable, suivant M. Hermann, de l'hémoglobine avec l'oxyde d'azote, la température de dissociation est également déjà atteinte à 0 degré.

IV. La paraglobuline, précipitée par CO^2 dans le sérum étendu, est redissoute tant sous l'influence de H (comme l'a trouvé M. Heynsius), que sous celle de O, mais d'une manière plus parfaite par ce dernier gaz. La dissolution se fait beaucoup plus rapidement à 37 degrés qu'à 0 degré. Il est probable que la paraglobuline est une combinaison, soluble dans les sels (sérum), de globuline avec l'acide carbonique, combinaison qui se trouve déjà à l'état de dissociation à la température ordinaire. La démonstration de cette hypo-

thèse, que la paraglobuline est de la CO^2-globuline, rencontre un obstacle dans la difficulté d'obtenir la paraglobuline dans de l'eau complétement exempte de CO^2. — La fibrine fraîche laisse dégager CO^2; après avoir chassé tout le CO^2 par un courant rapide et abondant de H, on obtient de nouveau, sous l'influence d'un courant lent de H, des traces de CO^2 pendant des heures et des jours entiers : il est possible qu'ici encore la dissociation joue un rôle.

Les résultats ci-dessus ont été communiqués à l'Académie des sciences d'Amsterdam (séance de janvier 1871), et j'avais traité également, en les y rattachant, des phénomènes d'échange gazeux qui s'opèrent dans les poumons et dans les organes, tant au sein qu'en dehors du sang. Quelques semaines auparavant, mon savant ami M. Ludwig avait présenté à la Société royale des sciences de Saxe (séance du 12 décembre 1870) un mémoire de M. Jacob Worm Muller « Sur la tension de l'oxygène dans les corpuscules du sang ». Ce mémoire, qui depuis a été publié, renferme deux séries d'expériences poursuivies avec beaucoup de persévérance : *a*. du sang pauvre en O fut secoué, dans une capacité close, avec une quantité connue de O; *b*. du sang riche en O fut secoué avec une quantité connue de N; — et après que l'équilibre paraissait obtenu, la tension de O en dehors du sang fut comparée avec la proportion de O dans le sang. Les résultats auraient eu certainement encore plus d'intérêt, si la méthode avait permis de disposer de chaque température voulue. Il a été reconnu aussi que l'équilibre n'était pas atteint: en effet, lors de l'expulsion de O du sang (*b*), la proportion de O dans ce liquide, comparée à la tension en dehors, était beaucoup plus élevée que lors de l'absorption de O (*a*). Du reste, ces expériences ont précisément trait à la question qu'il importe de résoudre. Il faudra les reprendre avec des quantités de O encore plus petites, car, déjà avec 20^{mm}. de pression de O, on arrive presque à la saturation après une agitation prolongée. Cette circonstance paraît impliquer aussi que l'équilibre a été plus approché dans la série *a* que dans la série *b*. L'échange des gaz dans le sang est rapporté par M. Worm Muller, comme par moi, à la dissociation; M. Ludwig, adoptant cette vue, y rattache quelques considérations qui le conduisent à ce résultat, que ce n'est pas l'oxygène qui pénètre dans les tissus, mais que ce sont plutôt les produits de la décomposition des tissus qui passent dans le sang, où ils sont ensuite oxydés complétement. Plus tard, lorsque je donnerai un compte détaillé de mes expériences, je reviendrai sur ce point important.

Pour finir, encore un mot sur la différence entre la solution et la combinaison chimique.

J'ai rappelé plus haut les expériences de M. Debray sur la dissociation de CaC^2O, par lesquelles a été déterminée, à différentes températures, la tension de CO^2 correspondante à l'équilibre mobile. Si la température continuait à croître, nous pouvons nous figurer (à condition qu'il n'y eût pas de dissociation ultérieure ni des molécules CO^2, ni de CaO) qu'on atteindrait finalement un état dans lequel, conformément à la loi de Henry-Dalton, un volume constant de CO^2 serait dissous dans la chaux fondue, quelle que soit la pression,

— tout comme H et N sont dissous dans l'eau. En effet, la thermochimie nous apprend qu'une combinaison, à différentes températures, parcourt tous les états qui, à une seule et même température, sont représentés par des corps différents. Ainsi disparaît aussi la séparation tranchée entre la dissolution et la combinaison chimique. Sous ce rapport, un grand intérêt s'attache aux expérience de MM. Boscoe et Dittmar (1859), dont il résulte que relativement à l'eau, l'ammoniaque à 0 degré est encore loin de suivre la loi de Henry-Dalton, et à celles de M. Sims, qui ont montré que cela n'arrive que vers 100 degrés; d'après M. Sims, l'acide sulfureux ne commence également à suivre la loi en question qu'à des températures au-dessus de 40 degrés (au-dessus de 50 degrés, d'après les chiffres donnés). Les écarts sont le plus prononcés sous des tensions faibles. Il est probable qu'à une température très-basse et sous une pression très-faible, CO^3 lui-même, pour ce qui regarde sa solubilité dans l'eau, ne satisferait plus parfaitement à la loi de Henry-Dalton.

TROISIÈME CONGRÈS MÉDICAL INTERNATIONAL A VIENNE

1° STATUTS.

Le Congrès se réunit sous le protectorat de S. A. l'archiduc Rainer, pendant la durée de la grande Exposition de Vienne, du 2 au 10 septembre 1873.

Sont membres du Congrès : 1° les membres du Comité exécutif chargé de préparer l'organisation ; 2° les délégués des gouvernements, des corporations scientifiques (universités, académies, associations médicales, hôpitaux); 3° tous les médecins et naturalistes qui, voulant prendre part aux travaux du Congrès, se sont fait inscrire à la présidence jusqu'au jour de l'ouverture.

Les membres du Congrès n'ont pas à acquitter de cotisation. Les séances sont publiques.

Tous les membres ont droit de prendre part aux discussions et aux votes dans les formes qui seront spécifiées au programme des travaux.

Le programme des séances se compose : 1° des questions mises à l'étude par le Comité exécutif; 2° des questions proposées à la présidence jusqu'au 1er mai et portées à l'ordre du jour d'une séance.

Les questions suivantes sont proposées par le Comité exécutif : 1° la vaccination ; 2° les quarantaines et le choléra ; 3° la prostitution ; 4° l'assainissement des villes ; 5° la création et l'adoption d'une pharmacopée internationale; 6° l'étude des moyens propres à introduire l'uniformité dans l'enseignement médical de tous les pays et celle des mesures relatives à la collation des grades et à l'exercice de la médecine.

Le Comité exécutif délègue un ou plusieurs commissaires pour rédiger un rapport sur chaque question et formuler au besoin les propositions auxquelles elle donnerait lieu. Ces rapports, qui serviront de base aux discussions, seront imprimés pour être remis aux membres avant l'ouverture du Congrès.

La présidence de la première et de la dernière séance revient de droit au président du Comité exécutif (professeur Rokitansky). A la première séance, il sera procédé à l'élection des présidents pour les séances suivantes.

Le bureau des séances se compose de membres du Comité exécutif qui fonctionneront pendant toute la durée du Congrès.

Il n'y a pas de vote sur les questions purement scientifiques. Ne seront soumises au vote que les propositions afférentes à des mesures administratives intéressant la santé publique. Les élections et les votes se font par bulletins.

La langue du troisième Congrès international médical est l'allemand; cependant d'autres langues sont admises pour les discussions. Les communications de la présidence se font en allemand avec la traduction en français, en anglais et en italien. Il en est de même de la rédaction des actes du Congrès.

A l'avant-dernière séance, on fixera la date et le lieu de réunion du quatrième Congrès international, et l'on nommera le Comité exécutif.

2° PROGRAMME.

Les séances ont lieu tous les jours, les dimanches exceptés, et en principe de neuf heures du matin à une heure de l'après-midi.

(Suivent des dispositions de détail sur le mode de votation.)

Les communications ne peuvent être faites en séance que par leurs auteurs. La correspondance et tous les travaux adressés au secrétariat général seront portés à la connaissance des membres dans une séance spéciale, et les exemplaires envoyés seront distribués aux membres du Congrès.

Aucun orateur ne peut garder la parole au delà de quinze minutes, à moins d'une délibération de l'Assemblée.

Pendant la durée du Congrès, il sera imprimé par les soins de la présidence un journal quotidien contenant toutes les indications utiles aux membres du Congrès.

Les procès-verbaux, qui paraîtront aussitôt que possible après la clôture, ne renfermeront en substance ou en extrait que les communications mises par les auteurs à la disposition du Secrétariat général.

Le Secrétariat général est chargé du compte rendu administratif.

Vienne, mars 1873.

Le propriétaire-gérant :

GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

NOUVELLES EXPÉRIENCES

SUR LES

COMBUSTIONS RESPIRATOIRES

Par ESTOR et SAINT-PIERRE

Professeurs agrégés à la Faculté de médecine de Montpellier.

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris dans la séance du 6 février 1873)

OXYDATION DU SUCRE DANS LE SYSTÈME ARTÉRIEL.

Dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* (1er juillet 1864), nous avons fait connaître nos recherches expérimentales sur les *causes de la coloration rouge des tissus enflammés*. Les analyses consignées dans ce mémoire ont été faites à l'aide de la méthode de M. Cl. Bernard; mais, comme il ne s'agissait alors que d'expériences comparatives, les résultats en sont définitivement acquis. La couleur rouge du sang qui circule dans les parties enflammées joue un rôle important dans leur coloration.

Le 9 janvier 1865, nous avons publié, dans les *Comptes rendus* (1) *de l'Académie des sciences*, des expériences *propres à faire connaître le moment où fonctionne la rate*. Il s'agissait encore ici d'expériences comparatives, analogues à celles que M. Cl. Bernard avait instituées pour l'étude des fonctions du rein. Notre conclusion est inattaquable; on peut la formuler ainsi : la rate fonctionne en alternant avec l'estomac. C'est peut-être encore le seul fait bien acquis de la physiologie de la rate.

A la même époque, nous avons décrit un appareil très-propre à faciliter les expériences de ce genre (1). Son usage est devenu classique; nous n'avons pas à insister sur sa construction et ses avantages.

Toutes nos expériences avaient été faites avec la méthode de M. Cl. Bernard. Nous étions encouragés dans l'emploi de cette mé-

(1) *Journal de l'anat. et de la physiol.*, mars 1865.

(2) Voyez *Journal de l'anat. et de la physiol.*, janvier 1865.

thode par les affirmations des physiologistes français. A cette époque, et même depuis, on admettait que « la physiologie doit à » Cl. Bernard une méthode d'analyse qui, pour l'oxygène du moins, » donne des résultats parfaitement exacts et qui présente, au plus » haut degré, toutes les conditions de facilité et de rapidité » d'exécution. C'est la méthode du déplacement par l'oxyde de » carbone.» (Paul Bert, *De la respiration*, p. 112.)

Quelques lignes plus loin, M. Bert rappelle les expériences de Nawrocki, comparant les résultats obtenus par cette méthode avec ceux que fournit la pompe à gaz de Setschenoff, et montrant « qu'il y a pour l'oxygène identité à peu près absolue ».

D'un autre côté, on sait la misère des établissements d'instruction supérieure : une pompe à gaz a été vue à Montpellier, pour la première fois, quand nous en avons eu fait l'acquisition de nos deniers.

La méthode de M. Cl. Bernard donne (pour l'oxygène) des nombres toujours comparables à eux-mêmes, et qui vont en décroissant des poumons aux capillaires (1). Ayant un grand nombre de faits qui démontraient que le rôle des combustions intravasculaires avait été trop négligé, nous avons cru trouver dans cette décroissance progressive de l'oxygène une démonstration expérimentale de leur importance. Ces recherches méritent d'être reprises : elles conduisent à admettre dans le sang deux sortes d'oxygène, mal à propos confondues dans la plupart des analyses.

Nous nous proposons de revenir prochainement sur cette distinction, à laquelle nous avons été conduits par l'étude comparative des principales méthodes d'analyse des gaz du sang (2). Mais, en présence du débat récent qui s'est élevé devant l'Académie des sciences, au sujet du siége des combustions respiratoires, nous croyons devoir, sans attendre la fin de nos recherches, publier dès aujourd'hui la première partie de notre mémoire.

(1) Voyez notre mémoire sur le Siége des combustions respiratoires, *Journal de l'anat et de la physiol.*, avril 1865.

(2) Comptes rendus, 22 et 29 janvier 1872. Voy. notre mémoire, *Journal de l'anat. et de la physiol.*, mars 1872.

I

Les expériences que nous avons instituées sont les suivantes : Nous introduisons dans le sang artériel de la glycose, et nous voyons la quantité d'oxygène libre diminuer aussitôt. Seulement, pour ne pas troubler la circulation artérielle, nous introduisons la solution glycosique dans la veine fémorale d'un chien, et nous prenons presque aussitôt le sang de l'artère fémorale du même côté ou du côté opposé. Il nous est facile de reconnaître le passage du sucre dans le sang artériel, et de comparer les quantités d'oxygène libre dans le sang, avant et pendant la présence du sucre.

EXPÉRIENCE Ire. — *Pour démontrer que des combustions respiratoires se font dans l'intérieur même des vaisseaux artériels.* (18 décembre 1866.)

Sur un chien de moyenne taille, à jeun depuis quinze heures, couleur blanche, tacheté de roux, on place une canule en T sur l'artère crurale droite, et une autre canule en T sur la veine crurale gauche.

On prend un peu de sang à l'artère pour la recherche du sucre : il n'y a pas de sucre. Cela devait être, d'après les expériences de M. Cl. Bernard. Cinq minutes après, nous prenons de la même artère 12 centimètres cubes de sang, dont nous analysons les gaz par notre cloche courbe et le procédé de M. Cl. Bernard.

Nous trouvons, pour 100 volume de sang :

Oxygène	9,10
Acide carbonique	4,16

Dix minutes après (la circulation se faisant toujours très-bien par nos canules en T), nous injectons, avec une grande lenteur, par la veine gauche, 9 centimètres cubes de dissolution, contenant 1 de glycose pour 5 d'eau. Aussitôt l'animal éprouve de l'angoisse, il fait de fortes inspirations, comme s'il luttait contre l'asphyxie. Quelques minutes après la fin de l'injection, nous faisons une seconde prise à l'artère droite, de 15,8 centimètres cubes de sang, dans lequel nous trouvons, rapporté à 100 volumes:

Oxygène	6,30
Acide carbonique	3,79

Ce sang ne contient pas de sucre.

Nous laissons l'animal se reposer un quart d'heure. Puis nous injectons encore 30 centimètres cubes de solution de glycose. L'animal fait des inspirations et des expirations prodigieusement fortes. Son angoise est très-grande. Nouvelle prise de sang artériel, qui contient des traces de sucre. Nous injectons rapidement une nouvelle dose de 20 centimètres cubes de solution, et nous prenons 16 cent. cubes de sang artériel, qui contient alors des quantités notables de sucre. Nous dosons les gaz dans ce sang:

Oxygène	0,00
Acide carbonique	5,00

Pour éviter d'épuiser l'animal par des saignées successives, nous avons répété la même expérience, sans faire une analyse préalable des gaz du sang artériel, ainsi qu'on va le voir dans l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE II. — *Autre expérience sur le même sujet.* (28 décembre 1866.)

L'expérience est disposée comme la précédente (artère crurale droite et veine crurale gauche) sur une chienne cancéreuse, à poil long, de taille moyenne, à jeun.

Nous prenons une très-petite quantité de sang artériel pour rechercher le sucre. Pas de sucre.

Nous injectons 30 centimètrs cubes d'eau glycosée (1 glycose pour 10 eau). Aussitôt se manifestent les symptômes d'angoisse dont nous avons parlé, et les inspirations puissantes qui nous ont frappés lors de la précédente expérience. Nous trouvons pour 100 volumes de sang :

Oxygène	1,10
Acide carbonique	7,05

A ce moment, le sang contient du sucre.

EXPÉRIENCE III. — *Sur le même sujet.* (9 juillet 1870.)

Une chienne fauve, de forte taille, robuste, est à jeun depuis

dix-huit heures. On place sur la veine crurale droite et sur l'artère crurale du même côté des canules en T, qui, on s'en assure, n'interrompent point le cours du sang.

Une prise de 15 centimètres cubes de sang artériel est faite comme expérience témoin. L'analyse ultérieure démontre que ce sang contient :

Oxygène, pour 100	7,33
Acide carbonique...............	2,66

Nous injectons rapidement par la veine 25 centimètres cubes d'une solution de glycose au dixième. Cette injection est faite avec une certaine lenteur et exige cinq minutes. La solution était à la température du sang.

A la quatrième minute, un aide enlève par l'artère 15 centimètres cubes 50 de sang. L'analyse nous démontre que ce sang contient :

Oxygène, pour 100.............	0,00
Acide carbonique...............	4,53

Dix minutes après, nouvelle injection de 25 centimètres cubes de sucre dans la veine, et nouvelle prise de sang artériel.

Les résultats de la recherche de l'oxygène sont négatifs comme ci-dessus.

Oxygène, pour 100.............	0,00

Dans le sang, nous retrouvons du sucre en quantité.

Expérience IV. — *Sur le même sujet.* (20 décembre 1870.)

Chien de l'expérience du 17 décembre 1870 (voyez plus bas).— Canules en T sur les vaisseaux cruraux du côté gauche. Nous injectons dans la veine 20 centimètres cubes de solution de sucre incristallisable au dixième. Nous prenons presque en même temps 15 centimètres cubes de sang artériel.

L'analyse nous montre que ce sang contient :

Oxygène, pour 100.............	2,46

Expérience V. — *Sur le même sujet.* (23 décembre 1870.)

Chienne noire, très-belle ; très-forte ; opération sur les vaisseaux du côté droit. Nous injectons du sucre de raisin en solution au dixième.

Oxygène, pour 100............. 0,00

Nous retrouvons le sucre par l'analyse.

EXPÉRIENCE VI. — *Recherche de l'oxygène dans le sang, après injection de sucre de fécule.* (26 janvier 1872.)

Notre solution glycosique contient 20 grammes de sucre de fécule et 80 centimètres cubes d'eau distillée. Nous opérons sur un chien fort. — L'injection du sucre se fait par la veine crurale droite. — Le sang est emprunté à l'artère du même côté.

Nous injectons, en trois fois, à deux minutes d'intervalle, 40 centimètres cubes de liqueur sucrée, contenant 8 grammes de glycose. L'artère fournit aussitôt 15 centimètres cubes de sang, qui sont introduits dans notre cloche courbe.

L'analyse nous a donné, pour 100 volumes de sang :

Oxygène, pour 100............. 0,00

Dans les expériences suivantes, au lieu d'opérer par la méthode de M. Cl. Bernard et notre cloche courbe, nous nous sommes servis de l'*appareil à ébullition*, dont nous avons fait connaître l'emploi à l'Académie, dans les séances des 22 et 29 janvier 1872 (1).

EXPÉRIENCE VII. — *Recherche de l'oxygène dans le sang, après injection de sucre de fécule.* (2 février 1872.)

Chien très-fort. Opération, comme précédemment, avec des canules en T, sur les vaisseaux du côté droit. Notre solution glycosique contient 10 pour 100 de sucre. Nous injectons 40 à 50 centimètres cubes de liqueur sucrée, divisée en trois fois, ce qui représente 4 à 5 grammes de sucre injectés en cinq à six minutes.

Nous retirons, avant toute injection, 15 centimètres de sang artériel, qui sont introduits dans un appareil à eau bouillante, avec 33 cent. cubes d'oxyde de carbone. — Après l'injection du sucre, nous prenons également 15 cent. cubes de sang artériel, que nous

(1) Comptes rendus, 22 et 29 janvier 1872 (*Journal de l'anat. et de la physiol.*, n° 2, 1872).

introduisons dans un second appareil à eau bouillante, avec 31 cent. cubes d'oxyde de carbone.

L'analyse donne, pour 100 volume de sang :

Oxygène avant injection du sucre...	29,95
— après injection du sucre...	13,30

Le sucre a été recherché et trouvé dans le sang artériel.

EXPÉRIENCE VIII. — *Recherche des gaz du sang après injection du sucre de raisin.* (15 février 1872.)

Sur les vaisseaux cruraux d'une chienne de taille moyenne, nous répétons les expériences précédentes. Seulement, au lieu de sucre de fécule, nous nous servons d'une solution de sucre de raisin au dixième.

Avant l'injection, nous trouvons, pour 100 volumes de sang de l'artère crurale droite :

Oxygène......................	19,98
Acide carbonique...............	9,32

Nous injectons 40 ou 50 grammes de liqueur glycosique, et une nouvelle prise de sang nous donne à l'analyse, pour 100 volumes:

Oxygène......................	10,65
Acide carbonique...............	9,32

L'analyse a été faite par l'appareil à eau bouillante, avec 30 à 40 cent. cubes d'oxyde de carbone.

Les expériences qui précèdent démontrent que l'oxygène diminue dans les analyses qui suivent l'injection de la glycose. Pour nous convaincre que cette diminution n'était pas due à l'hémorrhagie, nous avons, dans les expériences ci-après, fait une nouvelle prise de sang, trente-cinq à quarante minutes après toute injection de glycose. Ce temps nous a paru suffisant pour permettre à l'animal de se reposer et d'éliminer le sucre. Nous avons donc fait trois analyses du sang : une avant l'injection du sucre, une tout de suite après, et une troisième après un repos suffisant. Dans quelques cas, nous nous sommes contentés d'opérer avec les deux dernières prises de sang.

EXPÉRIENCE IX. — *Pour démontrer que la diminution de l'oxygène dans le sang, sous l'influence du sucre, est bien produite par l'action du sucre.* (5 février 1872.)

Le chien qui a déjà servi à l'expérience du 2 février reçoit deux canules en T dans les vaisseaux cruraux du côté gauche.

Nous injectons comme précédemment une solution au dixième de sucre de fécule; 40 à 50 cent. cubes injectés en trois fois représentent, en cinq à six minutes, 4 à 5 cent. cubes de sucre. Immédiatement nous prenons 15 cent. cubes de sang artériel, qui, introduits dans l'appareil à eau bouillante avec 32 cent. cubes d'oxyde de carbone, donnent, pour 100 volumes de sang :

Oxygène	4,66
Acide carbonique	11,30

Nous laissons reposer l'animal pendant quarante minutes, et, lorsque nous pouvons considérer tout le sucre comme éliminé, nous faisons une autre prise de 15 cent. cubes de sang, qui est introduite dans un appareil à eau bouillante avec 30 cent. cubes d'oxyde de carbone.

Nous trouvons alors, pour 100 volumes de sang :

Oxygène	8,32
Acide carbonique	9,99

Les faibles quantités d'oxygène trouvées tiennent à la faiblesse de l'animal, épuisé par une précédente expérience, mais la relation n'en persiste pas moins.

EXPÉRIENCE X. — *Sur le sujet précédent.* (16 mai 1872.)

Petit chien à long poil, blanc ; vaisseaux du côté droit. Nous opérons en prenant du sang tout de suite après l'injection, puis trois quarts d'heure aprés. L'analyse est faite par l'appareil à ébullition.

Nous trouvons, après injection de 30 cent. cubes de solution glycosique, contenant 7 à 8 grammes de sucre de fécule :

Oxygène après injection	5,32
— trois quarts d'heure après	15,98

EXPÉRIENCE XI. — *Sur le même sujet.* (7 février 1872.)

Chienne de moyenne taille. — Expériences sur les vaisseaux

cruraux du côté droit. — La solution de sucre de fécule est au dixième.

Avant toute injection de sucre, nous recherchons l'oxygène du sang normal de l'artère crurale. Nous prenons 15 cent. cubes de sang, qui sont introduits dans un appareil à eau avec 21 cent. cubes d'oxyde de carbone. Nous trouvons pour 100 volumes de sang :

Oxygène...................... 13,32

Immédiatement, nous injectons 45 à 50 cent. cubes de liqueur sucrée. L'injection dure cinq à six minutes, et la quantité de sucre est égale à 5 grammes environ. Une prise de 25 centimètres de sang artériel est faite aussitôt ; 15 sont introduits dans l'appareil à ébullition, avec 32 cent. cubes d'oxyde de carbone. Gaz trouvés, pour 100 volumes :

Oxygène......................	3,99
Acide carbonique...............	14,99

Les 10 cent. cubes de sang restant dans la seringue servent à la recherche du sucre, qui est décelé d'une façon manifeste.

Après quarante à quarante-cinq minutes de repos, nous faisons encore une prise de sang de 25 cent. cubes.

Nous en prenons 10 pour la recherche du sucre et 15 sont introduits dans l'appareil avec 33 cent. cubes d'oxyde de carbone. Nous trouvons, pour 100 :

Oxygène......................	9,32
Acide carbonique...............	9,99

Il n'y a plus trace de sucre.

Expérience XII. — *Sur le sujet précédent.* (25 avril 1872.)

Chien de taille moyenne. Opération sur les vaisseaux cruraux du côté gauche. Analyse avec l'appareil à ébullition. Avant toute injection de glycose, et les canules en T étant en place, nous prenons 12 cent. cubes de sang artériel.

Oxygène trouvé, pour 100 volumes. 14,00

Nous injectons de suite 30 à 40 cent. cubes de solution de glycose au dixième, et nous faisons une nouvelle prise de sang.

Oxygène trouvé, pour 100........ 6,66

Après avoir laissé reposer l'animal pendant quarante minutes, nous trouvons :

Oxygène, pour 100............. 13,30

Expérience XIII. — *Sur le sujet précédent.* (7 mai 1872.)

Chien petit, à long poil. Vaisseaux cruraux du côté gauche. Nous faisons trois prises de sang, une avant injection de sucre, une tout de suite après injection de 25 à 30 cent. cubes de solution au dixième, et une troisième après un repos d'une demi-heure.

Nous trouvons, pour 100 volumes de sang :

Avant injection, oxygène pour 100.	17,31
Après injection du sucre..........	10,65
Une demi-heure après...........	11,98

Les expériences qui précèdent ne laissent aucun doute sur l'action du sucre ; il est bien évident que c'est la glycose, et non pas la saignée ou la douleur, qui fait diminuer l'oxygène, puisque nous voyons la quantité d'oxygène du sang se relever très-sensiblement après un repos qui a permis à l'animal de brûler le sucre contenu dans les vaisseaux, tandis que les éléments de l'opération restaient les mêmes.

Cependant les expériences précédentes perdraient toute valeur s'il n'était démontré que l'eau, introduite comme véhicule du sucre, n'est pas la cause de la diminution observée dans les proportions de l'oxygène.

Nous établissons directement le rôle négatif de l'eau injectée dans les vaisseaux par les deux expériencs ci-après :

Expérience XIV. — *Recherche de l'oxygène du sang après une injection d'eau dans les vaisseaux.* (24 janvier 1872.)

Chien fort. Injection de 30 cent. cubes d'eau distillée, à la température du corps, par la veine crurale droite. Aussitôt après, on retire, par l'artère crurale droite, 30 cent. cubes de sang, qui sont divisés par moitié dans un appareil à eau bouillante et dans notre cloche courbe. L'analyse a donné, pour 100 volumes de sang :

Par la cloche courbe............	6,65
Par l'eau bouillante.............	25,50

Cette expérience montre que l'introduction de l'eau dans les veines n'a pas pour effet de modifier la quantité d'oxygène retrouvée dans le sang artériel, puisque, par les deux procédés de recherche, nous obtenons des nombres qui sont la moyenne de ceux que donnent ces procédés.

L'expérience ci-après corrobore la précédente :

Expérience XV. — *Sur le sujet précédent.* (3 mai 1872.)

Gros chien, pesant 26 kilogrammes. — Chien vieux de berger; — poils ras, fauve. — Opération sur les vaisseaux cruraux droits. Analyse avec l'appareil à eau bouillante.

Nous introduisons dans la veine 40 à 50 cent. cubes d'eau. Le sang artériel nous donne, pour 100 volumes de sang :

Oxygène avant l'injection de l'eau..	36,00
— cinq minutes après.......	35,00
— quarante minutes après...	31,80

La diminution peut être due à l'hémorrhagie, mais elle est bien faible, si on la compare à celle que l'on obtient par l'action du sucre.

Les expériences qui précèdent sont remarquables par la constance de leurs résultats. Dans toutes, en effet, nous voyons la présence du sucre dans le sang artériel coïncider d'abord avec une diminution très-grande du gaz oxygène dissous ; de sorte que nous n'hésitons pas à en conclure à l'existence de combustions puissantes intra-artérielles. Le sang, en effet, s'est chargé d'air dans les poumons ; si l'oxygène de cet air a disparu dans le trajet du sang du poumon à l'artère crurale, corrélativement à l'injection du sucre dans les vaisseaux, nous nous croyons en droit d'admettre que le sucre a été l'agent de cette disparition.

Mais on pourrait nous faire l'objection suivante : L'injection du sucre dans les vaisseaux du chien n'a-t-elle pas pour résultat de diminuer chez cet animal les phénomènes respiratoires ? et qui sait si vous ne trouvez pas moins d'oxygène parce que dans ces nouvelles conditions l'animal en inspire moins ? Cette objection,

nous nous la sommes posée et nous avons cherché à vérifier ce fait : à savoir si la consommation de l'air éprouvait une variation chez l'animal soumis à des injections de glycose. Les recherches ci-après sont destinées à répondre à la question précédente.

II

Ces recherches avaient pour but de déterminer l'analyse des gaz expirés chez le chien, comparativement à l'état normal et pendant l'injection de la glycose dans les veines. Pour cela il était nécessaire de déterminer à la fois la quantité d'air consommé, la quantité de gaz expiré, et de faire ensuite l'analyse centésimale de ces gaz.

Il nous eût été fort difficile de résoudre le problème ainsi posé, et chacun sait quelles ont été les dépenses d'installation et les difficultés matérielles de construction des beaux appareils qui ont servi à MM. Regnault et Reiset. — Mais nous avons pensé pouvoir atteindre notre but en tournant la difficulté. On sait, en effet, d'après les travaux des savants précités, que le volume de l'air expiré est sensiblement égal à celui de l'air inspiré. Nous avons donc pu, sans erreur sensible, mesurer le gaz expiré, et connaissant la composition de l'air, en déduire la quantité d'oxygène inspiré.

D'un autre côté, au lieu de mesurer le gaz expiré dans chaque expérience, ce qui eût été extrêmement délicat, nous avons choisi un gazomètre dont la capacité nous était exactement connue, et, dans chaque expérience, nous avons fait respirer l'animal jusqu'à ce que le gazomètre fût exactement rempli, en tenant compte du temps employé à cette opération, et dans un milieu dont la température était sensiblement constante. L'instant précis du remplissage était donné par le bruit que faisait le gaz en sortant du gazomètre par-dessous, et le temps était compté sur un pendule voisin. — Le réservoir ou gazomètre que nous avons employé jaugeait très-exactement $5^{lit.},037$ d'air, à la température de 15 à 20 degrés, température que nous avons conservée pour toute cette série de recherches.

L'appareil qui nous a servi à ces expériences est représenté

dans la figure 1. Il se compose essentiellement : 1° d'un entonnoir-muselière A en caoutchouc, dans lequel est engagé le museau du

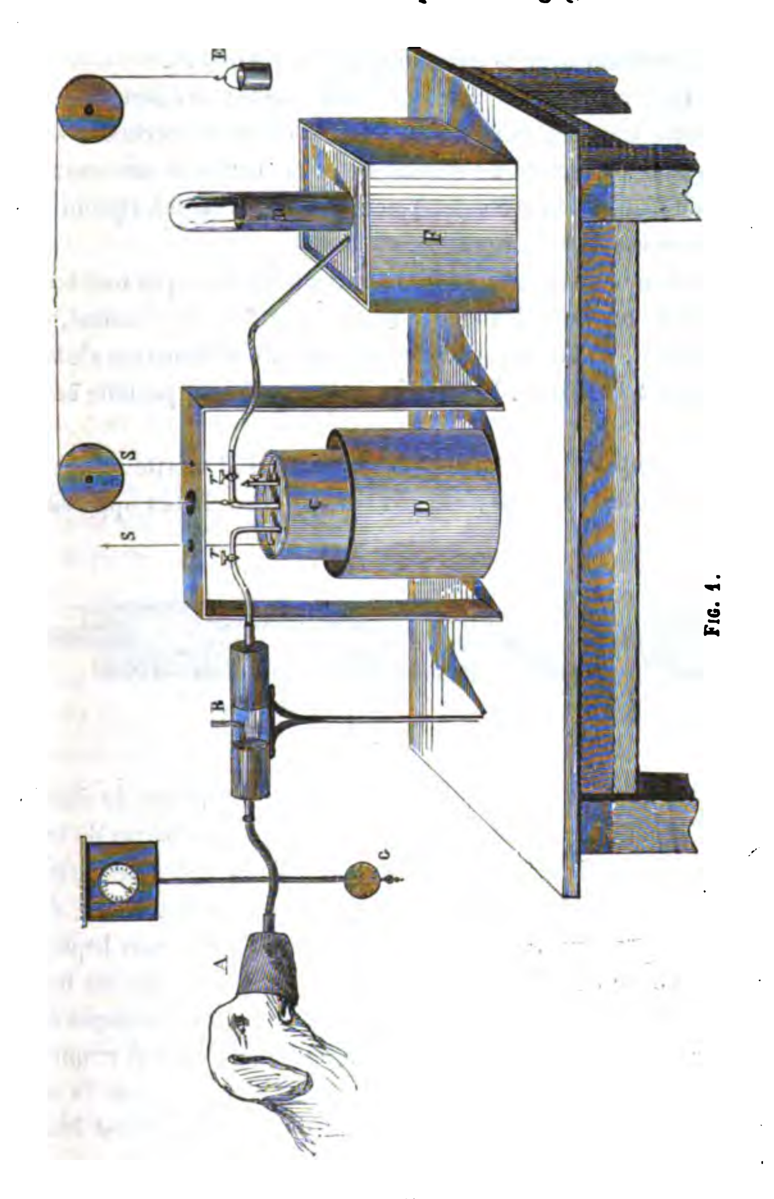


Fig. 1.

chien en expérience ; 2° d'un distributeur respiratoire B, destiné à puiser par une tubulure, pendant l'inspiration, l'air dans l'at-

mosphère, et à faire sortir les gaz expirés par une autre tubulure; 3° d'un gazomètre DC, dont le poids est annihilé par le contre-poids E ; 4° d'une cloche H, plongée dans la cuve F et communiquant à volonté avec le gazomètre par le robinet r''.

Le tout est disposé sur une table solide; le gazomètre est maintenu par des guides; les tubes sont de caoutchouc, assez longs pour permettre à l'ensemble les mouvements nécessaires; le pendule G bat la seconde. Voici, d'ailleurs, la description détaillée de ces divers organes.

L'entonnoir A est attaché sur le museau du chien par une bonne ficelle, de manière à engager toute la gueule de l'animal, que l'on choisit, d'ailleurs, parmi ceux dont la conformation s'adapte le mieux à l'appareil. Facilement on arrive à une parfaite occlusion.

Le mécanisme du distributeur respiratoire B mérite une explication, qui est facilitée d'ailleurs par la figure 2. Cet appareil se

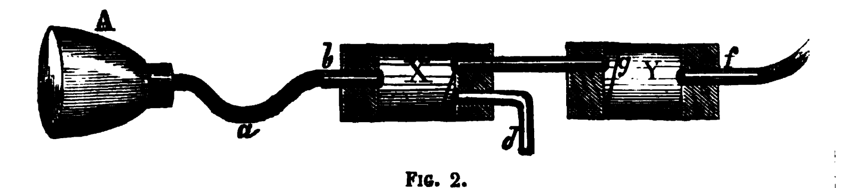


FIG. 2.

compose de deux cylindres de verre de 6 centimètres de diamètre, X et Y. Ces deux cylindres sont fermés, à chacun de leurs bouts, par des bouchons de liége traversés de tubes de verre de la grosseur du petit doigt. Les bouchons laissent entre eux, dans chacun des cylindres, un espace vide assez étroit, dans lequel se meut une mince lame de caoutchouc, fixée par un de ses bords et faisant soupape sur les extrémités des tubes. Ces soupapes sont figurées en *c* et *g*. La disposition est telle que, l'animal respirant en A, la soupape *g* s'applique sur le tube *e* pendant que la soupape *c* se soulève. L'air extérieur entre donc en *d*, passe librement dans la chambre X, et par le tube de verre *b* et le tube de caoutchouc *a* arrive dans les poumons de l'animal. Au contraire, pendant l'expiration, la soupape *c* se colle sur l'orifice du tube *d*,

et les gaz cheminent par la chambre X, la chambre Y et le tube *f*, d'où ils vont dans le gazomètre,

Le gazomètre devant servir à recueillir des gaz dont plusieurs sont solubles dans l'eau, nous avons dû le remplir d'un liquide dans des conditions capables d'empêcher cette dissolution. — A cet effet, nous avons employé une couche d'huile au-dessus de l'eau; mais, cette huile ayant certains inconvénients dans les manipulations, nous avons préféré nous servir d'eau saturée de sel marin, qui n'absorbe en quantité sensible aucun des gaz de la respiration. Les gaz entrent par le robinet *r* et sortent par le robinet *r'* (fig. 1). Le poids de l'appareil est équilibré par le contrepoids E, qui n'est autre chose qu'un seau rempli de grenaille de plomb ou d'eau.

La cuve F contient de l'eau salée.

Expérience XVI. — *Sur la consommation d'oxygène par un chien soumis à des injections de glycose dans les veines.* (19 juillet 1870.)

Un chien est attaché; son museau est engagé dans l'entonnoir de caoutchouc de notre appareil. (Voy. p. 349, fig. 1.) — Nous notons la durée du remplissage du gazomètre qui contient, nous l'avons dit, 3,037 de gaz. Puis nous prenons des gaz expirés une quantité suffisante pour une analyse ultérieure.

Dans cette expérience, nous avons fait trois essais : 1° l'animal étant attaché avant toute opération sur les vaisseaux ; 2° l'animal ayant la canule en T en place sur la veine crurale ; 3° après l'injection, par la veine, de 5 cent. cubes de solution glycosique au dixième, et pendant l'injection graduelle de 10 cent. cubes de la même solution.

Voici les résultats obtenus :

La solution injectée contenait, nous l'avons dit, un dixième de glycose. Elle était à 30 degrés centigrades.

L'analyse a eu lieu sur l'eau salée. Les dosages ont été faits par la potasse et par l'acide pyrogallique. L'animal était à jeun.

Cette première expérience nous montre que la quantité des gaz inspirés et expirés n'a pas varié sensiblement de l'animal au

repos à l'animal en expérience, puisque la durée du remplissage du gazomètre n'a pas sensiblement différé. Quant à l'air expiré, sa composition n'a pas varié non plus dans de grandes limites; seul l'acide carbonique s'y est trouvé en quantité plus faible.

	Chien attaché avant l'opération.	Après avoir mis en place la canule en T.	Après injection de 5 c. c. de liq. glycosique et pendant injection de 10 c. c.
Durée du remplissage du gazomètre.........	122 secondes.	123 secondes.	121 secondes.
Oxygène............	12,5	14,5	12,30
Acide carbonique......	4,0	1,0	0,40
Azote...............	83,5	84,5	87,30
	100,0	100,0	100,00

EXPÉRIENCE XVII. — *Sur le même sujet.* (2 décembre 1870.)

Même expérience que la précédente.

Seulement la glycose employée était un produit commercial, dont l'analyse ultérieure a démontré l'impureté. — Il contenait environ moitié de son poids d'amyline (Béchamp).

Petite chienne, marron, à museau pointu, s'adaptant parfaitement dans notre appareil. Animal depuis un mois au laboratoire. Cet animal n'a pas mangé depuis cinq ou six heures.

La solution contenait deux dixièmes de sucre. Nous l'avons injectée à la température de 30 degrés. L'animal a présenté les symptômes ordinaires.

Analyses par la potasse et l'acide pyrogallique sur l'eau salée.

Dans cette expérience, l'animal étant plus petit, la durée du remplissage a été plus considérable que dans la précédente, mais n'a pas varié dans de grandes limites. Nous n'avons pas fatigué l'animal par une expérience à blanc, qui nous a paru inutile, et nous n'avons fait que deux essais, la canule étant en place avant

l'injection du sucre et après. Les résultats de l'analyse ont été concordants.

	Canule en place.	Après injection de 10 c. c. de solution glycosique.
Durée du remplissage	251 secondes.	225 secondes.
Oxygène	8,15	8,30
Acide carbonique	1,09	1,46
Azote	90,76	90,24
	100,00	100,00

Expérience XVIII. — *Sur les gaz expirés sous l'influence de la glycose dans les vaisseaux.* (17 décembre 1870.)

Grand chien noir, très-beau, très-fort. Au laboratoire depuis la veille. — A jeun. — Opération sur les vaisseaux cruraux du côté droit. Nous injectons dans la veine une solution de sucre incristallisable au dixième et à 30 degrés. L'animal présente les symptômes ordinaires d'angoisse et les grandes inspirations. L'expérience est faite sur l'eau salée, le dosage par la potasse et l'acide pyrogallique.

	Avant toute opération l'animal étant attaché.	Après injection de 15 c. c. de solution glycosique.
Durée du remplissage	229 secondes.	264 secondes.
Oxygène	13,25	10,90
Acide carbonique	2,94	2,19
Azote	83,81	86,91
	100,00	100,00

Les expériences précédentes sont extrêmement instructives. Elles démontrent : 1° que l'injection du sucre dans les veines du chien ne modifie pas sensiblement la quantité de gaz expiré, ni la quantité d'air inspiré ; 2° que la quantité d'oxygène absorbé est au moins aussi grande ; 3° que la quantité d'acide carbonique produit est loin d'être en rapport avec la quantité d'oxygène disparu.

Ce dernier point de vue ouvre tout un horizon à une série de recherches curieuses. Pour aujourd'hui, nous n'en voulons rien conclure ; mais nous insistons sur les autres faits établis, et nous pouvons affirmer hardiment que, pendant l'injection de la glycose dans les veines, il ne s'absorbe pas moins d'oxygène qu'à l'état normal. Or nos analyses des gaz du sang démontrent qu'on en trouve moins. Donc cet oxygène a disparu, et, comme il n'a parcouru que le torrent circulatoire dans les vaisseaux, à l'exclusion des capillaires, nous pouvons conclure que la combustion respiratoire, c'est-à-dire la consommation de l'oxygène, peut se faire dans les vaisseaux, sans intervention des capillaires.

De plus nos expériences permettent d'établir que la consommation a eu lieu, pour une notable proportion, dans le système artériel. En effet, le sang s'est chargé dans les poumons d'une quantité ordinaire d'oxygène, et nous n'en trouvons que des quantités très-minimes dans l'artère crurale ; cet oxygène a disparu par conséquent dans les artères, sous l'influence de la glycose qui se trouve dans le sang artériel, ainsi que l'analyse l'a démontré.

Les présentes recherches établissent donc la réalité des *combustions respiratoires intra-artérielles.*

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

PATHOGÉNIE DES INFARCTUS ET LE PROCESSUS INFLAMMATOIRE

DANS LA SEPTICÉMIE

Par le Dr V. FELTZ

Lauréat de l'Institut,
Professeur d'anatomie et de physiologie pathologiques à la Faculté de médecine de Nancy.

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences dans la séance du 2 juin 1873)

PLANCHE XIV

Les récentes et remarquables discussions de l'Académie de médecine sur la septicémie ont mis en pleine lumière la plupart des conclusions pratiques énoncées dans les différents Mémoires sur l'état du sang dans les maladies infectieuses, publiés par MM. Coze et Feltz, de Strasbourg, depuis l'année 1865 jusqu'à 1872 ; nous n'en voulons pour preuves que les assertions de MM. Davaine, Vulpian, Bouley et Béhier. A la suite du rapport des expériences de M. Béhier nous lisons, en effet la phrase suivante : « Du reste, ayant, depuis nos expériences, relu les différents auteurs qui ont étudié ces points de la science, nous avons trouvé une notable concordance entre les lésions que nous avons rencontrées et celles que MM. Coze et Feltz ont décrites. Ces auteurs nous semblent avoir traité complétement la question, même pour ce qui a trait aux résultats du sang des femmes en couches malades, et rien n'y manque, sauf les faits relatifs aux dilutions infinitésimales. »

Les conclusions de M. Vulpian sont à peu de chose près les mêmes que celles de M. Béhier.

Pour les dilutions infinitésimales, si les auteurs de Strasbourg ne les ont pas pratiquées, ils n'en ont pas moins mis en pleine évidence leur principe dans leurs tableaux de générations infectieuses successives, où ils démontrent que les effets toxiques du sang putride ne sont nullement en rapport avec la quantité des

liquides injectés ou inoculés à la lancette, car ils obtiennent des résultats d'autant plus rapides qu'ils ont employé moins de liquide d'injection mais provenant de générations infectieuses successives plus multipliées.

Malgré toutes les conquêtes actuelles et acquises, il y a encore dans les questions d'infection putride bien des points obscurs, comme le dit M. Béhier, et avant de pouvoir tirer des faits une théorie bien assise et nettement démontrée, il est besoin encore de beaucoup de recherches. Nous plaçant sur ce terrain, nous pensons qu'une des premières questions à élucider est celle des lésions locales et de leur pathogénie.

Parmi les lésions locales survenant de par le fait d'empoisonnement putride, la plus importante est certainement celle que l'on appelle l'abcès métastatique.

Si cette altération est plus rare que dans l'infection purulente proprement dite, c'est évidemment parce que les animaux sur lesquels on expérimente avec des liquides infectieux succombent beaucoup plus rapidement que ceux chez lesquels on se contente de modifier le sang méthodiquement en introduisant dans ce liquide des poussières organiques ou inorganiques plus ou moins ténues.

L'abcès métastatique de l'infection putride, si rare qu'il soit, ne peut être nié, tous les auteurs l'admettent aujourd'hui, comme le démontrent les discussions qui viennent d'avoir lieu à l'Académie de médecine et à la Société de biologie.

Le travail actuel a pour objet, après étude préalable de l'anatomie microscopique de la lésion, le mécanisme originel de la production, de la naissance de l'infarctus dans la septicémie.

I

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

Que l'on pratique l'inoculation septique par le tissu cellulaire, les veines ou le tissu osseux, et que l'animal vive seulement vingt-quatre ou quarante-huit heures, on constate parfois à l'autopsie, abstraction faite des lésions du sang, de l'œdème généralisé ou

localisé au point d'inoculation, des gangrènes du tissu cellulaire au niveau du traumatisme et de l'imbibition expérimentale, tout aussi bien dans les organes viscéraux que dans les membranes séreuses et muqueuses, des macules rouges variant de la grosseur d'une tête d'épingle à celle d'un petit pois ou d'une lentille.

L'incision des taches fait voir qu'elles ont plus ou moins de profondeur et qu'elles correspondent à de petits foyers hémorrhagiques, parfois nettement circonscrits, parfois plus ou moins diffus, suivant la texture de l'organe qui les porte. La diffusion est la règle dans les membranes, la limitation franche l'est dans les organes viscéraux tels que les poumons, le foie, les reins. La coloration des taches conduit à l'idée d'hémorrhagie, l'énucléation presque toujours possible d'un caillot cruorique ne laisse pas de doute sur la cause réelle des macules : l'épanchement sanguin.

La lésion que nous venons de décrire à tous les caractères de l'infarctus hémorrhagique; or celui-ci se produisant presque toujours, comme nous l'avons démontré en maintes et maintes circonstances, d'une part par des stases circonscrites sous l'influence de petits bouchons dits embolies capillaires, d'autre part par la rupture d'artérioles ou de petits capillaires distendus à l'extrême par le sang arrêté en amont des corps obturants, nous n'hésitons pas un instant à penser que dans les cas qui nous occupent, le mécanisme de production des infarctus doit être celui que nous avons indiqué dans notre Traité des embolies capillaires.

Avant de passer à la démonstration rigoureuse du fait, nous devons dire un mot des preuves histologiques de l'hémorrhagie dans les cas d'infarctus septiques : que l'on opère sur des membranes ou sur des parenchymes, il est aisé de se convaincre de l'hémorrhagie, même lorsqu'on ne peut pas énucléer le caillot par des coupes pratiquées dans l'épaisseur même des foyers et sur leurs limites, car on constate ainsi qu'il y a épanchement de sang parce que l'on voit en dehors des vaisseaux des globules de sang plus ou moins déformés, tout aussi bien des hématies que des leucocytes, des tractus fibrineux englobant des corpuscules sanguins et des éléments du tissu où siégent les infarctus, ce qui indique toujours la déchirure et la lacération.

Il ne peut être question ici de passage de leucocytes ou de globules rouges à travers les parois de vaisseaux intacts, non parce qu'il nous est permis, de par nos recherches antérieures, de rejeter absolument ce mode pathogénique de l'infarctus, mais parce que les globules rouges forment l'immense masse des caillots, et que de l'aveu même de Cohnheim et de ses partisans, les hématies ne passent jamais avant les leucocytes et toujours en moindre quantité.

Il va sans dire que l'on rencontre toujours des bactéries en plus ou moins grand nombre, tout aussi bien dans les caillots que dans le sang encore renfermé dans les vaisseaux.

Trouver les déchirures vasculaires dans le domaine des capillaires est presque toujours chose tout aussi impossible dans les cas de septicémie que dans les meilleures conditions expérimentales de l'embolie capillaire.

L'infarctus dans la septicémie passe, si l'animal vit suffisamment, par les différentes périodes habituelles que nous avons décrites dans notre Traité des embolies capillaires et sur lesquelles nous ne reviendrons ici que comme mémoire, c'est-à-dire qu'il deviendra successivement gris, jaune, blanc, mollasse ou fluctuant ; il sera souvent très-difficile de le distinguer d'autres nodosités que l'on rencontre si souvent dans les parenchymes avec les mêmes signes extérieurs ou macroscopiques. L'étude complète des processus pourra seule en ces cas trancher la difficulté et établir d'une manière précise le genre de lésion que l'on a sous les yeux. Si l'infarctus était complétement isolé, on pourrait toujours et très-facilement élucider ces points d'anatomie pathologique, malheureusement il ne l'est jamais, car il devient corps étranger, épine dans le tissu où il siége, d'où tendance de la nature aux processus d'élimination, c'est-à-dire production d'un cercle inflammatoire dont les produits ne tardent pas à se mélanger avec les détritus du foyer lui-même. C'est ainsi qu'un infarctus ramolli dans l'infection purulente franche devient presque toujours un véritable abcès, un kyste renfermant du pus procédant du cercle inflammatoire, et les détritus graisseux de l'infarctus primitif.

Il se passe quelque chose d'analogue dans la septicémie, cependant l'état général, si profondément modifié par l'intoxication putride, imprime aux différents processus morbides un caractère particulier que nous croyons pouvoir démontrer et qui servira souvent, sinon toujours, à différencier même anatomiquement l'abcès septique de l'abcès proprement dit et de celui de l'infection purulente pure.

Le cercle d'élimination est le même, macroscopiquement parlant, dans les abcès métastatiques d'origine septique ou poussiéreuse, mais histologiquement il y a des différences accentuées.

Dans l'aréole inflammatoire qui porte l'infarctus produit par un corps étranger arrêté et fixé dans un territoire vasculaire quelconque, on trouve tous les caractères de l'inflammation franche: l'augmentation de volume, la dilatation des éléments préexistants sous l'influence de l'accumulation exagérée de protoplasma, et la génération, dans ce contenu augmenté et modifié, de leucocytes qui, venant à se multiplier à l'infini, usent les parois des éléments dilatés, deviennent libres et se mélangent alors aux produits nécrobiotiques de l'infarctus lui-même.

Dans l'aréole limitante des infarctus septiques, abstraction faite de la présence de bactéries qui pourraient être un produit *post mortem*, on remarque bien plutôt les caractères d'une fonte granulo-graisseuse ou colloïde du protoplasma qu'une luxuriation leucocytique. Je m'explique : Les éléments préexistants se développent sous l'influence du protoplasma modifié dans sa quantité et ses qualités, mais au lieu d'y voir se produire des leucocytes, le contenu des éléments hypertrophiés se morcelle à l'infini, de façon à n'être plus qu'un amas de granulations réfractant fortement la lumière, une espèce de poussière granulo-graisseuse ; ce processus contenant amène, comme la génération leucocytique, la rupture des alvéoles et la destruction du tissu. Quelquefois le contenu des éléments reste même tout à fait amorphe. La production de leucocytes en ces cas est relativement rare et ne peut, de loin, pas se comparer à la luxuriation que l'on observe dans les aréoles d'élimination des infarctus d'autre nature.

On dirait que dans les cas de septicémie la force d'organisation

fait défaut; il se passe quelque chose d'analogue à ce que nous voyons dans la syphilis, où l'impuissance du sang à nourrir l'organisme se remarque à chaque pas. Examinons dans n'importe quel tissu la production syphilitique, que ce soit une gomme ou une syphilide, et nous verrons le tissu d'abord irrité par le virus entrer en prolifération, mais aussi immédiatement frappé d'impuissance : la luxuriation des éléments n'a pas plus tôt commencée que déjà elle se résout en une poussière nécrobiotique. C'est cette évolution bâtarde qui nous explique les résultats que nous donne l'examen microscopique des tissus atteints de syphilis. Prenons une gomme: nous savons qu'elle est née dans le tissu connectif, au centre on ne trouve plus d'éléments distincts, tout est détritus, au pourtour les éléments végètent avec mollesse, et c'est à peine si l'on en voit un où déjà ne se distinguent les signes de la régression. Il en est de même dans les tissus épidermiques au pourtour des ulcérations syphilitiques profondes ou superficielles.

Dans les productions tuberculeuses et scrofuleuses, nous assistons à une évolution semblable; dans ces deux processus, surtout dans la scrofule, l'atrophie frappe la cellule en voie d'évolution génératrice avant même que les éléments nouveaux aient pris type; dans la tuberculose, les éléments nouveaux ont le temps de prendre type et ne sont frappés de dégénérescence régressive qu'après le premier stade régulièrement effectué. L'avortement, si je puis me servir de cette expression, arrive plus vite dans la scrofulose que dans la tuberculose.

Les dessins de notre planche représentant des alvéoles pulmonaires pris dans la zone d'élimination d'infarctus hémorrhagiques septiques et poussiéreux, montrent bien les différences que nous décrivons ci-dessus; d'une part nous voyons des alvéoles remplis de pus, de leucocytes, ayant tous leurs caractères propres, d'autre part nous avons sous les yeux des alvéoles contenant à peine quelques leucocytes bien formés et un liquide amorphe tenant en suspension des quantités considérables de molécules granulo-graisseuses, les unes libres, les autres encore renfermées dans les cellules épithéliales préexistantes.

II

EXPÉRIENCES SUR LA CORNÉE DE LAPINS PRÉALABLEMENT EMPOISONNÉS.

Les différences signalées ci-dessus dans les aréoles d'élimination des deux espèces d'infarctus nous ont inspiré d'étudier les modifications que la septicémie peut faire subir aux processus inflammatoires. A cet effet, nous avons institué les expériences suivantes :

Nous prenons une série de vingt lapins que nous empoisonnons par des inoculations de sérum de sang putride ; immédiatement après cette opération, nous leur pratiquons une irritation cornéale en leur passant dans la cornée un petit fil métallique, nous reprenons en un mot, avec cette dernière modification, les expériences que nous avons faites pour étudier l'inflammation suppurative, et que nous avons publiées en 1870 dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* de M. Ch. Robin.

Les lapins ainsi opérés meurent les uns après les autres à des intervalles différents dans l'espace de neuf jours, avec les symptômes ordinaires de la septicémie.

Pour durcir les cornées nous avons eu, comme toujours, recours à de faibles solutions d'acide chromique ou de chlorure d'or.

a. *Phénomènes macroscopiques.* — Les phénomènes macroscopiques étant à peu de choses près les mêmes que dans l'inflammation suppurative, nous nous contenterons de rappeler les signes les plus saillants; pour les autres, nous renvoyons à la page 527 de notre Mémoire sus-cité.

Après quelques heures de séjour du fil dans la cornée, on constate déjà autour des points d'entrée et de sortie de l'anse de petits cercles gris clair de 1 à 2 millimètres de largeur qui s'étendent les jours suivants de proche en proche sur la partie cornéale comprise dans l'anse d'abord, et ensuite sur toute la membrane. Généralement toute la cornée est grise vers le cinquième,

le sixième ou le septième jour, mais avec des nuances différentes, car les points envahis les derniers sont encore clairs quand déjà les premiers sont tout à fait opaques. Finalement la teinte devient uniforme et toute la cornée lactescente. A mesure que se produisent ces changements de couleur, se manifeste nécessairement une opacité de plus en plus marquée du tissu cornéen en rapport avec un épaississement dont il est facile de se rendre compte si l'on a soin de toujours comparer les sections transversales de la cornée malade et de la cornée saine. Tels sont les phénomènes constant auxquels nous avons assisté.

b. *Phénomènes microscopiques.* — Les premières modifications visibles au microscope et déjà appréciables au bout de quelques heures consistent en une augmentation de volume et en un commencement de dilatation des prolongements caudaux de ces mêmes éléments ou lacunes. (Voyez fig. 3 du Mémoire actuel, et fig. 1 du Mémoire de 1870. *Journal d'anatomie et de physiologie*, 1870-1871, p. 33 et 505.)

Au bout de douze heures et sur des coupes réussies faites au niveau des points irrités par le corps étranger, on saisit au mieux que les corpuscules se relient les uns aux autres surtout, dans le sens des grands axes, par des canaux à parois très-bien limitées. A ce moment l'ensemble de la figure s'exprime par des bandes du tissu que nous avons appelé intercellulaire, séparées les unes des autres par des traînées canaliculaires présentant de distance en distance des renflements plus ou moins régulièrement ovoïdes. Les canalicules dont il est question ici mesurent de un centième à un cinquantième de millimètre ; les renflements vont de un centième à un trentième de millimètre. (Voyez fig. 3 et 5 du Mémoire de 1870-1871.)

Ce développement exagéré du système lacunaire de la cornée, que tout le monde s'accorde à considérer comme le réseau de circulation des sucs nutritifs de cette membrane, indique évidemment une augmentation considérable du contenu ou protoplasma survenue dans les nouvelles conditions de vitalité dans lesquelles se trouve le tissu par suite du passage du fil. Au début, le protoplasma est amorphe, finement granuleux ou tout à fait trans-

parent. (Voyez fig. 1, 6 et 7 du Mémoire de 1870 et fig. 3 du Mémoire actuel.)

Tels sont les phénomènes que l'on pourrait appeler prodromaux de l'inflammation.

A partir de ce moment, si le processus doit aboutir à la destruction du tissu par suppuration, on observe les modifications que nous avons indiquées à la page 530 de notre Mémoire de 1870-1871, c'est-à-dire que l'on assiste à la génération leucocytique aux dépens du protoplasma.

Dans la plupart des cas de septicémie, la génération leucocytique n'a pas lieu, ou au moins elle est très-faible : les éléments continuent à grossir, deviennent comme hydropiques en ce sens que le protoplasma granuleux s'accumule au centre des éléments et se trouve séparé des limites de ceux-ci par une zone transparente très-manifeste. (Voyez fig. 4.)

De loin en loin on voit des éléments où se développent quelques leucocytes, mais en aucun cas on ne peut comparer ce qui se passe ici à ce que l'on observe dans les inflammations suppuratives ordinaires de la cornée. (Voyez fig. 5.)

Le tissu intercellulaire se raréfie au fur et à mesure que les lacunes se développent davantage, si bien qu'à un moment donné il a pour ainsi dire disparu. A son lieu et place nous trouvons la substance granuleuse amorphe que nous avons vue il y a un instant s'accumuler dans le système lacunaire. (Voyez fig. 6.) On peut dire ici qu'il y a usure du contenant par le contenu.

Le processus destructif que nous venons de décrire et auquel nous donnons le nom de dégénérescence colloïde, amène la destruction de la cornée au moins aussi vite que la suppuration franche, on dirait même que la fonte des éléments lacunaires distendus est plus rapide.

Nous avions déjà observé cette dégénérescence dans nos expériences de 1870, comme on peut s'en assurer à la page 530 de notre Mémoire, mais très-rarement et sans pouvoir nous rendre compte des conditions dans lesquelles elles se produisent. Aujourd'hui que nous avons étudié les phénomènes qui se passent dans les aréoles d'élimination des différentes espèces d'infarctus

et les caractères spéciaux que présente l'inflammation de la cornée, nous croyons pouvoir affirmer que la dégénérescence colloïde se rattache à des dispositions organiques spéciales, diathésiques innées ou acquises, et que les altérations si profondes du sang dans la septicémie agissent sur les protoplasma à peu près de la même manière que la viciation qui entache le liquide nourricier dans les diathèses syphilitiques, scrofuleuses ou tuberculeuses.

III

MODE DE PRODUCTION DES INFARCTUS DANS LA SEPTICÉMIE.

La difficulté de trouver les déchirures des capillaires dans les tissus où l'on rencontre des infarctus nous a fait penser à les surprendre au moment où elles se produisent, c'est-à-dire sur l'animal vivant. Le péritoine des grenouilles nous a paru plus particulièrement favorable pour cette étude. Après avoir empoisonné une série de grenouilles en leur injectant dans la veine tégumenteuse du ventre de la sérosité putride, nous avons examiné la circulation péritonéale aux différentes périodes de la maladie. En un mot, nous avons répété sur des grenouilles empoisonnées les expériences que nous avions instituées il y a trois ans pour l'étude des phénomènes circulatoires survenant dans le péritoine sain ou enflammé (page 46 et suivantes de ce Journal, année 1870).

Nous avons toujours commencé nos observations sur le péritoine au moment où la respiration de l'animal commençait à s'embarrasser, c'est sans contredit le meilleur signe du degré plus ou moins avancé de la maladie chez cette espèce d'animaux.

Nous avons toujours pu constater, en comparant ce qui se passe chez l'animal sain avec ce que l'on observe chez la grenouille septicémiée, de notables différences, en ce sens que les phénomènes de ralentissement de la circulation qui ne se marquent dans le premier cas qu'au bout d'un certain nombre d'heures, se produisent déjà dans le second dès les premiers moments de l'exposition à l'air de la membrane péritonéale. Il se manifeste

en effet ici quelque chose d'analogue à ce que l'on voit se produire dans les péritoines que l'on a eu soin d'enflammer préalablement en introduisant dans la cavité abdominale de petits bourrelets d'ouate ou de charpie qu'on y abandonne pendant quelques heures : on trouve déjà après deux ou trois heures d'observation les capillaires et les veines fortement distendus par des conglomérats d'hématies et de leucocytes. La circulation s'entrave de plus en plus au point qu'elle ne persiste plus que dans les parties centrales des vaisseaux, elle est tout à fait suspendue sur les bords et dans les ampoules ou renflements moniliformes où l'on ne voit que des concrétions cruoriques analogues à celles qui remplissent toute la lumière des vaisseaux où a déjà cessé tout mouvement circulatoire. Partout où des canalicules farcis d'hématies et de leucocytes arrêtés s'abouchent à des canaux encore libres et traversés par le torrent circulatoire, on pourra s'assurer que de temps en temps le liquide circulant entraîne des conglomérats hématiques occupant l'embouchure des rameaux où tout stagne. Ces départs de petits caillots occasionnent plus loin des arrêts de circulation, après quelques mouvements oscillatoires le bouchon se fixe et tout s'arrête. Quelquefois même des ruptures se produisent ainsi sous l'œil de l'observateur, mais le plus souvent la déchirure vasculaire n'a lieu que par l'excès de tension, autrement dit par suite de la pression exagérée du contenu sur le contenant. (Voyez fig. 7 et 8.)

Ces phénomènes, nous les avons observés un si grand nombre de fois et en des circonstances si diverses, que nous ne pouvons douter un seul instant du mécanisme de production d'infarctus dans la septicémie. Nous sommes convaincu que la cause immédiate consiste en des déchirures de capillaires survenant, soit par embolies, soit par excès de tension. Quant à la cause éloignée, elle réside certainement non dans la friabilité des parois, mais bien dans les profondes modifications du sang chimiques et morphologiques que nous avons décrites, M. Coze et moi, dans nos différents Mémoires sur les maladiés infectieuses. Les altérations de forme des globules rouges, l'augmentation des globules blancs, les variations survenues dans les quantités d'urée et de glycose,

l'augmentation de la proportion d'acide carbonique, la diminution de l'oxygène dissous dans le sang, l'abaissement de la quantité d'eau révélée par les analyses du spectroscope, les températures exagérées, la présence des infusoires, sont certainement des raisons suffisantes pour expliquer la tendance au ralentissement et à l'arrêt de la circulation dans les réseaux capillaires. Nous en trouvons les preuves expérimentales dans la récente Étude de physiologie expérimentale sur la transpirabilité du sang du docteur Harro. Cet habile expérimentateur s'exprime en effet à la fin de son travail de la manière suivante. « Je me suis aperçu » qu'indépendamment de la température et de la richesse du » sang en matériaux solides, il existe d'autres causes capables » de modifier la transpirabilité de cette humeur. Ainsi les gaz » que le sang contient paraissent agir dans une certaine mesure » sur la durée de l'écoulement; quelques expériences, que je me » propose de répéter m'ont déjà fait entrevoir cette action : on » sait, d'après Poiseuille, que l'eau chargée d'acide carbonique » coule sensiblement moins vite que l'eau pure; le sang paraît » être dans le même cas. Les phénomènes d'osmose qui coïncident » avec la mort des globules, en modifiant la forme et le degré » d'élasticité de ces corpuscules, tendent aussi à retarder l'é- » coulement. »

D'après ce qui précède on voit que c'est en nous appuyant sur des données purement expérimentales que nous sommes arrivé à admettre que dans la septicémie tout aussi bien que dans l'infection purulente pure, l'infarctus a pour point de départ une embolie ou une hémorrhagie capillaire. Est-ce à dire pour cela que nous considérions ces deux états pathologiques comme identiques? Certainement non, car nous savons que l'altération du sang est primitive dans l'infection putride et d'une tout autre nature que dans l'infection purulente où le liquide nourricier ne se vicie que secondairement et par apports successifs de concrétions étrangères : ici tout est physique, le sang s'altère par adjonction de poussières organiques; dans la septicémie au contraire ce sont des phénomènes relevant plutôt de la chimie qui président aux transformations nutritives de toute nature qui finissent

par rendre le sang plus ou moins impropre à la nutrition et à la circulation. Cela est si vrai que l'abcès métastatique ne fait jamais défaut dans la pyohémie franche, et qu'il manque très-souvent dans la septicémie parce que l'altération du sang est d'emblée si forte qu'elle tue avant que les infarctus aient le temps de se produire ou au moins d'arriver au ramollissement puriforme.

IV

CONCLUSIONS.

L'étude comparative des infarctus provoqués par l'introduction dans le sang de poussières organiques ou inorganiques et de ceux qui naissent de par l'inoculation de principes septiques démontre que l'infarctus en lui-même passe par les mêmes métamorphoses régressives, mais que le processus pathologique est différent dans la zone d'élimination. Si dans le premier cas la génération leucocytique, aux dépens de la substance cellulaire (protoplasma), est la règle, il n'en est pas de même dans le second, où il s'établit dans cette substance une dégénérescence granulo-graisseuse ou colloïde qui amène la destruction des tissus au moins aussi vite que la suppuration. Lorsqu'on pratique sur la cornée d'animaux empoisonnés par un principe putride des traumatismes donnant lieu chez les animaux sains à l'inflammation suppurative, on voit les éléments de la cornée s'hypertrophier considérablement sous l'influence d'une accumulation considérable de substance organisée (protoplasma), mais au lieu de la génération leucocytique habituelle, c'est généralement la dégénérescence granulo-graisseuse ou colloïde qui survient. Sous ce rapport, l'empoisonnement septique disposerait l'organisme à se conduire en cas d'irritation à peu près comme dans le cas de syphilis, de tuberculose ou de scrofulose, où les éléments de nouvelle formation sont frappés de dégénérescence avant d'avoir pu prendre type.

Il est aisé de se convaincre des assertions sus-énoncées en jetant un coup d'œil sur les dessins qui reproduisent les lésions histologiques.

Les infarctus dans la septicémie procèdent d'hémorrhagies capillaires dépendant d'arrêts circulatoires, eux-mêmes déterminés par les modifications morphologiques et chimiques du sang. Sous ce point de vue, les infarctus de l'infection purulente pure diffèrent notablement des infarctus de la septicémie : dans le premier cas, la variation du sang est secondaire, en quelque sorte mécanique, amenée par l'introduction dans le liquide nourricier de poussières organiques ; dans le second, l'altération du sang est primitive, et c'est elle qui donne lieu aux modifications chimiques et morphologiques qui entraînent la formation des infarctus. Dans la septicémie, l'infarctus aboutit rarement à l'abcès métastatique, parce que presque toujours l'altération du sang est d'emblée si forte qu'elle tue avant que l'infarctus ait eu le temps de se ramollir et de passer à ce que l'on appelle la suppuration.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV (1).

Fig. 1. Tissu de l'aréole d'élimination pulmonaire dans les infarctus simples. Grossissement de 350 fois.

Fig. 2. Tissu de l'aréole d'élimination pulmonaire dans les infarctus de la septicémie. Grossissement de 350 fois.

Fig. 3. Cellules de la cornée dilatées. Grossissement de 50 fois.

Fig. 4. — — avec granulations de la substance cellulaire. Grossissement de 400 fois.

Fig. 5. Cellules de la cornée au maximum de développement, avec prédominance colloïde. Grossissement de 400 fois.

Fig. 6. Cellules de la cornée en voie de destruction colloïde. Grossissement de 450 fois.

Fig. 7. Arrêt de la circulation dans les capillaires du péritoine de la grenouille, avec dilatations ampullaires. Grossissement de 150 fois.

Fig. 8. Rupture des ampoules des capillaires et extravasations. Grossissement de 150 fois.

(1) Cette planche paraîtra avec le prochain numéro du journal.

MÉMOIRE ANATOMIQUE ET ZOOLOGIQUE

SUR UN

NOUVEL ACARIEN DE LA FAMILLE DES SARCOPTIDES

LE TYROGLYPHUS ROSTRO-SERRATUS

ET SUR SON HYPOPUS

Par M. MÉGNIN.

PLANCHES X, XI ET XII.

Les champignons, surtout les champignons de couche (*Agaricus campestris* L.), sont souvent envahis par une pourriture humide et noire que, jusqu'à présent, on a regardée comme spontanée : elle est causée, ou plutôt très-activement aidée, par deux parasites, remarquables par leur prodigieuse fécondité lorsqu'ils se trouvent sur un terrain favorable à leur développement, c'est-à-dire sur des champignons ou même sur de simples épluchures de ces cryptogames. La preuve que ces êtres sont des agents très-actifs, bien qu'indirects, de cette décomposition putride, c'est que des champignons, sur lesquels on les dépose, sont, en moins de quarante-huit heures, réduits à l'état d'un putrilage noir et déliquescent, sur lequel grouillent des myriades de ces animalcules, tandis que les mêmes champignons, qui n'ont pas subi cette *inoculation* et qui ont été isolés des champignons gâtés, se dessèchent ou moisissent, et mettent huit à quinze jours à se décomposer spontanément.

Ces deux parasites, qu'on trouve presque toujours ensemble, sont : une Anguillule particulière et un Acarien jusqu'à présent inconnu.

Nous ne nous occuperons que du dernier dans ce mémoire, et de sa curieuse *nymphe adventive*, qui n'est autre chose qu'un *Hypopus*, dont la découverte nous permet de résoudre un pro-

blème d'histoire naturelle des plus intéressants et jusqu'à présent insoluble.

C'est à la famille des SARCOPTIDES et au genre TYROGLYPHE, dont il a tous les caractères généraux, qu'appartient ce nouvel Acarien, mais il diffère des autres Tyroglyphes déjà décrits par une modification remarquable des organes de la manducation : ainsi, les palpes, dont les deux derniers articles seuls sont mobiles, comme chez tous les Acariens de la même famille, portent à leur extrémité deux soies robustes, à bout courbé en crochet, divergentes, et d'un effet très-curieux; les mandibules, rétrécies et allongées en stylets, à la façon de celles des Psoroptes, ont leurs mors soudés, et le supérieur, dépassant de beaucoup l'inférieur, taillé en dessous de manière à représenter une scie d'une délicatesse extrême, servant à l'animalcule à déchirer les cellules du tissu végétal.

C'est sur la forme particulière de ces mandibules que M. Ch. Robin, à qui nous avons soumis notre découverte, s'est basé pour composer le nom de *Tyroglyphus rostro-serratus*, qu'il nous a conseillé de donner à ce nouvel Acarien.

Comme le *Tyroglyphus echinopus* de MM. A. Fumouze et Ch. Robin (1), le nôtre se fait remarquer par l'absence de caroncule membraneuse à l'extrémité des tarses, fait qui avait déjà obligé ces observateurs à modifier les caractères du genre *Tyroglyphe* posés par MM. Laboulbène et Ch. Robin. Les profondes modifications que présentent les pièces de la bouche et quelques autres caractères secondaires du nouveau Tyroglyphe nous engagent à proposer aussi quelques modifications à la diagnose du genre. (Nous les mettons en *italiques* dans le texte conservé de MM. Fumouze et Ch. Robin.)

Genre TYROGLYPHUS Latreille.

CORPS ovoïde, allongé ou trapu, *ou rectangulaire*, aplati en dessous, un peu atténué en avant, légèrement resserré ou non sur les flancs, offrant entre la deuxième et la troisième paire de pattes un sillon circulaire bien marqué sur le dos. Couleur gri-

(1) *Journal de l'anatomie*, de M. Ch. Robin, numéro de mai 1868.

sâtre ou blanchâtre, *ou vineuse* (1), lisse et assez brillante, *ou jaunâtre et mat.* Tégument homogène sans plis ni granules, *ou tuberculeux.*

Rostre conique, incliné, découvert, d'une teinte rouillée vineuse ou pelure d'oignon, à palpes étroits portant trois poils courts, *dont les deux terminaux sont quelquefois en forme de soies robustes et crochues.*

Mandibules renflées à la base, peu allongées, didactyles dentelées, *ou à mors soudés transformés en un stylet allongé, recourbé et taillé en scie en dessous.*

Épimères de la première paire réunies ensemble en une pièce sternale médiane; les autres épimères libres

Pattes cylindriques de même couleur que le rostre, poilues *ou épineuses;* tarses onguiculés avec ou sans caroncule membraneuse sessile.

Anus placé sous le ventre, avec *ou sans* une paire de ventouses copulatrices chez le mâle.

Vulve longitudinale, située entre les dernières pattes, comme l'organe sexuel mâle, *ou plus haut.*

Males plus petits et plus trapus que les femelles, *à membres quelquefois plus robustes.*

Le genre *Tyroglyphus* se trouve, par suite de la nouvelle espèce que nous ajoutons à la nomenclature, composé des six espèces suivantes (2) :

1° *T. siro*, Latreille *ex* Linné.

2° *T. longior*, Gervais.

3° *T. siculus*, A. Fumouze et Ch. Robin.

4° *T. echinopus*, A. Fumouze et Ch. Robin.

5° *T. entomophagus*, Laboulbène et Ch. Robin.

6° *T. rostro-serratus*, Mégnin (3).

Voici les caractères spécifiques de notre nouveau tyroglyphe.

(1) Voyez plus loin, page 374, la raison de cette dernière couleur.

(2) Pour les synonymies de ces espèces, voyez dans ce recueil, année 1868, p. 289-290, le mémoire de MM. Fumouze et Ch. Robin.

(3) Depuis la composition du présent mémoire, nous avons découvert trois nouvelles espèces de Tyroglyphes que nous décrirons plus tard.

TYROGLYPHUS ROSTRO-SERRATUS (Mégnin).

CORPS de forme rectangulaire atténué en avant du sillon transversal, carré et échancré en arrière, non déprimé sur les flancs, d'un blanc un peu jaunâtre, mat, portant en dessus, en arrière du sillon, onze gros tubercules, dont dix symétriques servent d'insertion à des poils courts et courbés.

ROSTRE peu incliné, d'une teinte pelure d'oignon, bien détaché et arrondi en tête à la base, pointu antérieurement, portant en dessus près de la base une paire de poils courts, et une autre au bord de l'épistome (longueur $0^{mm},12$, largeur à la base $0^{mm},07$), à *palpes maxillaires* dont le premier article, qui est adhérent, a trois fois la longueur des deux autres réunis, le dernier portant à son extrémité arrondie, deux fortes soies divergentes à pointes courbée ; à *mandibules* à mors soudés transformées en une scie allongée, dentée inférieurement ; *lèvre* très-allongée, dépourvue de poils. (Pl. XII, fig. 6, 7 et 8).

PATTES à poils très-courts transformés pour la plupart en épines ; plus robustes chez le mâle que chez la femelle ; assez épaisses à la base ; égalant en longueur la largeur du corps ; les postérieures un peu plus minces que les antérieures ; *tarses* assez longs, cylindriques, renflés aux extrémités, portant un fort crochet, plus volumineux chez le mâle que chez la femelle, accompagné d'épines courtes et d'un poil de la longueur du tarse, mais dépourvu de caroncules ou ventouses membraneuses.

VENTOUSES GÉNITALES absentes et remplacées par deux paires de petits anneaux chitineux placés symétriquement sous le ventre, près des organes génitaux chez le mâle, refoulés entre les épimères chez la femelle ovigère.

MALE. Long de $0^{mm},26$ à $0^{mm},33$, large de $0^{mm},15$ à $0^{mm},18$, d'un quart plus petit que la femelle ovigère, mais à membres et à crochets tarsiens beaucoup plus robustes. *Organe sexuel* court, placé au niveau de la dernière paire de pattes, accompagné d'une seule paire de très-petits poils. *Anus* immédiatement en arrière de cet organe, dépourvu de ventouses copulatrices. Pas de tuber-

cules aux tarses de la quatrième paire de pattes. *Abdomen* plus court que chez la femelle ovigère, à extrémité plus étroite, quoique toujours carrée (pl. X, fig. 1, 2 et 3).

FEMELLE OVIGÈRE. Longue de $0^{mm},45$ à $0^{mm},53$, large de $0^{mm},22$ à $0^{mm},26$, rostre compris; deux fois plus nombreuses que les mâles, épimères de la première paire de pattes réunies à leur extrémité, mais ne se prolongeant pas en une pièce impaire sternale, comme chez le mâle. *Vulve* en forme de fente longitudinale, remontant jusqu'à la hauteur des épimères de la deuxième paire de pattes, coupant transversalement un sillon impair, incurvé en arc à concavité postérieure, sorte d'épimérite analogue à celui des femelles des Sarcoptes, qui apparaît longtemps avant la vraie vulve. *Anus* à commissure postérieure rapprochée de l'extrémité de l'abdomen, accompagnée d'un petit anneau chitineux (pl. XI, fig. 1, 2 et 3). *Œufs*, régulièrement elliptiques, longs de $0^{mm},10$ à $0^{mm},15$, se montrant généralement au nombre de 4 ou 5 dans le ventre des femelles (pl. XII, fig. 1).

Après la ponte, incubation courte, et ouverture longitudinale de l'œuf lors de l'éclosion.

JEUNE FEMELLE PUBÈRE. — *Age de l'accouplement.* — Longue de $0^{mm},27$ à $0^{mm},30$, large de à $0^{mm},16$; ayant le volume et les formes générales du mâle, moins le prolongement sternal des épimères de la première paire, et s'en distinguant par des pattes beaucoup plus grêles et plus pâles, par l'absence d'organes sexuels; mais par contre montrant une fente anale large et béante, qui sert certainement à la copulation. — Se trouve presque toujours accouplée avec le mâle qui l'étreint de ses huit pattes en se plaçant complétement sur son dos, et qui se laisse ainsi transporter par elle tant que dure l'accouplement qui est assez long. (Pl. XII, fig. 4 et 5.)

LARVE hexapode, longue de $0^{mm},16$, large de $0^{mm},08$, ne présente entre les épimères des première et deuxième paires de pattes, qu'un simple poil très-court, au lieu de la spinule renflée qui se voit au même endroit chez les larves des autres espèces de tyroglyphes.

NYMPHE octopode, ayant depuis un volume à peine plus grand

que celui de la larve jusqu'à celui de la jeune femelle pubère ou du mâle.

NYMPHE ADVENTIVE, *hétéromorphe*, destinée à la conservation et à la dissémination de l'espèce (*Hypopus*) (voyez le supplément à la fin du mémoire).

HABITAT. Se trouve en nombreuses colonies et à tous les âges sur les champignons en voie de décomposition souvent en compagnie de myriades d'Anguillules d'une espèce particulière. Nous l'avons trouvé aussi dans le terreau humide des vieilles souches d'arbres pourries.

REMARQUES. Pour la taille et la longueur des pattes, le *Tyroglyphus rostro-serratus* se rapproche du *Tyroglyphus siro*, mais il se distingue immédiatement de ce dernier, aussi bien que de tous les autres par la forme rectangulaire du corps, échancré en arrière par sa couleur opaque, mate et jaunâtre, par la brièveté de ses poils presque invisibles, ou transformés en courtes épines sur les membres par ses tarses renflés à l'extrémité et surtout par les gros tubercules de son dos; mais c'est surtout la conformation de sa tête, dont l'extrémité offre l'aspect d'un groin élargi qui frappe le plus. C'est au point que, tout d'abord, on hésite à reconnaître en cet acarien un tyroglyphe; ce n'est que par l'analyse détaillée de ses différentes parties qu'on s'assure qu'il appartient bien réellement à ce genre.

Comme le *T. echinopus* (A. Fumouze et Ch. Robin), il manque de caroncule ou ventouse à l'extrémité des tarses; mais ce détail n'est pas particulier à ces deux espèces de tyroglyphe, car nous en connaissons trois autres inédites, dont une très-curieuse et très-petite à corps entièrement de couleur vineuse qui vit dans le terreau des racines d'arbres en décomposition, qui présentent aussi cette particularité.

L'anneau circulaire en forme de ventouse situé près de la commissure postérieure de l'anus de la femelle qui jusqu'à ce jour se remarquait exclusivement sur la femelle du *T. echinopus*, se voit aussi chez la femelle du *T. rostro-serratus*.

Il y a aussi absence complète, chez le mâle, de ventouses copulatrices anales, aussi bien que des petites ventouses cupuliformes,

servant au même usage, que portent sur le tarse de la quatrième paire de pattes les mâles des *Tyrophyphus siro*, *T. longior* et *T. siculus;* seulement, deux tubercules postérieurs, qui se trouvent de chaque côté de l'échancrure, sont épineux en dessous, probablement à dessein. La manière très-différente dont se fait l'accouplement chez le *T. rostro-serratus* nous explique cette absence. En effet, chez tous les autres Tyroglyphes le mâle et la femelle s'accouplent en mettant en contact leurs extrémités postérieures; les têtes tournées en sens inverse; les ventouses maintiennent l'adhérence, l'un traînant l'autre alternativement, mais c'est surtout le mâle qui l'emporte. Ici, au contraire, le mâle monte sur le dos de la femelle et l'étreint de ces pattes robustes comme font les mâles des batraciens; puis il se laisse transporter par elle comme une masse inerte, tant que dure l'accouplement qui est assez long. Ses huit pattes contractées sont des moyens d'adhésion beaucoup plus puissants que les ventouses et qui rendent ces dernières inutiles.

La démarche de ces animaux est aussi lente que celle du *T. siro;* on les voit marcher dans le liquide de la surface des champignons en décomposition, complétement baignés par lui, au milieu des anguillules qui y grouillent; leurs mandibules, se mouvant très-rapidement et comme en vibrant, semblent poignarder les petits *nématoïdes* qui serpentent autour d'eux.

Observations anatomiques sur le Tyroglyphus rostro-serratus.

A. Le rostre (pl. XII, fig. 6, 7 et 8) est plus allongé que chez les autres Tyroglyphes; avec son *camérostone* saillant, arrondi et étranglé en arrière, il simule assez bien une tête. Les *mâchoires* (*a*) soudées représentent une pièce trapézoïdale impaire divisée en deux parties égales par un sillon médian et longitudinal. Les *palpes maxillaires* très-allongées ont leur premier article (*b*) qui est adhérent, très-long, mesurant trois fois la longueur des deux autres réunis; il porte en dessous, et près de son extrémité, un petit poil; le 2e article (*c*), court et cylindrique, ne porte aucun poil; le 3e (*d*), cylindro-sphérique, porte à son extrémité

qui est ronde, entre deux petites épines, deux fortes soies ou aiguillons robustes, recourbées en crochet à leur extrémité. Ces deux derniers articles, très-mobiles, ont leur face supérieure recouverte d'une membrane lobée (*e*) tout à fait l'analogue de celles que portent au même endroit les Psoroptes et les Symbiotes, et qui rappelle les *joues* des Sarcoptes.

La *lèvre* (*f*) est très-allongée ainsi que sa languette (*f'*); son bord libre est très-étroit, resserré entre les rudiments de palpes labiaux (*g*) cylindriques, à extrémité arrondie qui le dépassent de beaucoup. Elle ne porte aucun poil.

Les *mandibules* (*h*) sont tout à fait modifiées (pl. XII, fig. 8); elles sont transformées en une lame étroite et mince, légèrement incurvée et dentée inférieurement en scie; les deux mors sont complétement soudés et ne sont presque plus distincts; le mors supérieur très-allongé forme la plus grande partie de l'instrument, son extrémité porte deux dents très-crochues plus longues que les autres, et son bord inférieur dix autres dents très-aiguës moins longues; le mors inférieur ne fournit que deux dents à la scie que représente la mandibule.

Le bord libre de l'*épistome* (pl. XII, fig. 7) (*i*) est avancé en dessus et échancré au milieu de manière à former deux lobes arrondis et symétriques (*i' i'*), qui portent chacun un poil, lesquels sont couchés sur la face supérieure du rostre; plus en arrière, au sommet de l'épistome (*ī*, *ī*), se trouve une autre paire de poils dressés, analogues à ceux des autres Sarcoptides et, comme eux, constituant des organes de tact. Du bord antérieur de l'épistome se détache une bande membraneuse, étroite (*j*), et encore divisée par un sillon médian, qui unit les palpes par leur bord supérieur, jusqu'à leur portion libre qu'elle dépasse; elle complète ainsi le tube conique représenté par le rostre. C'est dans ce tube que sont contenues et que glissent les mandibules, et c'est par son ouverture antérieure très-étroite qu'elles émergent, et que sont aspirés les liquides dont l'animal se nourrit.

B. Squelette. — Le squelette du *T. rostro-serratus* est construit sur le même plan que celui des autres Tyroglyphes et avec la même matière chitineuse rousse, mais il présente quelques

modifications, surtout dans les pièces du tronc (pl. X et XI).

a. *Squelette du tronc*. Il est composé de quatre paires d'*épimères* principaux plus longs que chez les autres Tyroglyphes, parce qu'ici le thorax est plus large, et l'insertion des pattes plus marginale; elle est même dorsale pour les deux premières paires. Ces parties ne sont pas semblables chez le mâle et chez la femelle: ce n'est que chez le premier que les *épimères* de la première paire se réunissent pour former une pièce sternale impaire assez longue; chez la femelle ces *épimères* se réunissent seulement par leur extrémité sans fournir de prolongement médian. Chaque membre antérieur a de plus, en arrière, des *épimères supplémentaires;* ceux des premières pattes se rattachent aux épimères principaux de la seconde paire, et les secondaires de celle-ci convergent comme les autres vers le centre, en ayant leurs extrémités libres près de la ligne médiane; ceux-ci sont logés dans le sillon qui est le prolongement du sillon dorsal. Les épimères des membres postérieurs sont tout à fait semblables à ceux des autres Tyroglyphes. (Voy. pl. X, fig. 2, et pl. XI, fig. 2.)

b. *Squelette des pattes*. Les articles sont à peu près de même grosseur et longueur que chez le *T. siro*, mais ils sont plus épais et plus robustes chez le mâle, qui ne porte pas au 2e article des membres antérieurs le gros tubercule qui se remarque chez le mâle de la première espèce. L'insertion de la *hanche* des deux premières paires étant tout à fait dorsale, cet article ne se voit pas en dessous; il porte une très-courte épine. Les trois articles suivants ont la même forme que chez les autres Tyroglyphes, seulement ce sont des épines au lieu de poils qu'ils portent. La *jambe*, outre deux épines latérales, porte cependant un poil au même endroit où tous les autres Sarcoptides, et même beaucoup d'autres Acariens, ont un long poil; seulement, ici, ce poil n'atteint même pas le milieu du tarse. Le *tarse* égale presque en longueur les trois articles précédents, et au lieu d'être régulièrement conique, c'est un cylindre rétréci en son milieu et renflé à ses deux extrémités qu'il figure. Il porte, comme chez tous les autres Tyroglyphes, un grand nombre d'appendices, surtout aux membres antérieurs; ce sont, en partant de l'articulation avec la jambe et en

allant vers le bord libre : 1° une spinule ou cirre courte à sommet un peu renflé et courbée; 2° une épine droite et aiguë insérée près de la base de la précédente; 3° deux autres épines vers le milieu de l'article; 4° enfin, à l'extrémité, trois autres épines courtes, un fort crochet recourbé et une forte soie qui a presque la longueur du tarse. Les membres postérieurs n'ont ni la spinule courbe, ni le poil terminal; la jambe même n'a qu'une seule épine et le fémoral en manque tout à fait. (Voy. pl. I et pl. II.)

C. Peau et appendices. Le tégument du *T. rostro-serratus* n'est pas lisse, brillant et transparent comme celui des autres *Tyroglyphes;* il est, au contraire, sur le corps, opaque, mat et jaunâtre, présentant sur le dos d'énormes mamelons, au nombre de onze, dont un impair et dix symétriques, qui rendent le corps festonné latéralement ; entre ces mamelons se voient quelquefois des éclaircies transparentes surtout chez les jeunes sujets, mais cela n'est pas constant ; cette particularité prouve que l'opacité des téguments est due à une matière accumulée sous la peau et que les téguments ne sont pas opaques par eux-mêmes; les œufs mêmes, chez les femelles ovigères, déplacent cette matière, ce qui permet de les compter assez facilement. Le tégument porte des poils courts, qui sont en dessus, outre ceux de l'épistome déjà signalés, au nombre de dix-huit : chaque mamelon pair en porte un, implanté au milieu d'une petite surface rugueuse et jaunâtre, les mamelons du bord postérieur en portent même chacun deux; tous ces poils sont courbés. En dessous on compte deux paires de poils entre les épimères des membres; le mâle en porte en plus une troisième paire près de ses organes sexuels; tous ces poils du dessous sont très-courts et droits. (Pl. X, fig. 1, et pl. XI, fig. 1.)

D. Organes génitaux. Chez ce Tyroglyphe comme chez les autres, ils sont placés longitudinalement sur la portion de la face inférieure du corps qui correspond au quatrième anneau thoracique; la vulve est placée beaucoup plus en avant que le pénis : sa commissure antérieure arrive à la hauteur des épimères supplémentaire de la seconde paire de pattes, tandis que le pénis ne dépasse pas les hanches de la quatrième paire. Les ventouses

génitales sont absentes dans cette espèce : elles sont remplacées par deux paires d'anneaux chitineux situés chez le mâle, en avant du pénis, où ils sont rapprochés en carré, tandis que chez la femelle ils sont très-écartés et refoulés en dehors et à côté des épimères des deux dernières paires de pattes.

a. *Organe mâle*. Il est placé entre les hanches de la quatrième paire de pattes et immédiatement en avant de la commissure antérieure de l'anus. L'opacité des téguments ne permet pas de voir, comme chez les autres Tyroglyphes, les deux testicules et leur conduit éjaculateur ; on ne voit que l'organe externe sous forme d'une pièce chitineuse quadrilobée qui est soutenue par un épimérite en demi-lune à concavité antérieure. (Pl. I, fig. 2 *bis*.)

b. *Organe femelle*. La *vulve d'accouchement* ou *oviducte* est une simple fente longitudinale qui ne se montre qu'au moment de la ponte : elle est munie antérieurement d'une sorte d'épimérite en demi-lune à concavité postérieure, qui apparaît longtemps avant la fente, et qui fait ressembler complétement cet organe à celui des femelles des Sarcoptes.

La *vulve d'accouplement*, comme nous l'avons déjà constaté chez les Symbiotes (1), les Psoroptes et les Sarcoptes (2), n'est pas autre chose que la fente anale : c'est la seule ouverture existant à l'époque de l'accouplement chez les jeunes femelles, et les dimensions extraordinaires qu'elle a chez celles que l'on sépare du mâle à ce moment indiquent assez qu'elle a alors un tout autre rôle que celui de la défécation. D'ailleurs l'accouplement se faisant comme nous l'avons dit, il serait impossible que la copulation eût lieu par une autre ouverture, même quand il en existerait une sous le thorax.

E. L'ANUS. C'est, chez le mâle, une fente qui se montre immédiatement en arrière du pénis et s'étend jusqu'au bord postérieur de l'abdomen. Elle ne s'accompagne pas, comme chez les autres Tyroglyphes, d'une paire de ventouses copulatrices qui,

(1) *Journal de l'anatomie et de la physiologie* de M. Robin, numéro de juillet 1872.

(2) *Mémoire sur la gale du cheval et les animalcules qui la causent*. — Paris, Asselin, 1872.

comme nous l'avons déjà dit, sont ici inutiles. Chez la femelle ovigère l'anus, situé au même endroit, s'étend aussi jusqu'au bord postérieur de l'abdomen; comme chez le mâle il est dépourvu de poils, mais il présente en arrière de sa commissure postérieure un petit anneau chitineux, simulant une ventouse, qui ne se voit qu'en regardant l'animal par sa face supérieure. Cet anneau ne se voit à aucun autre âge, et sur aucune autre espèce de Tyroglyphe, excepté chez le *T. echinopus* (Fumouze et Robin, *Journal de l'anatomie*, mai 1868).

Il n'est pas possible, à cause de l'opacité des matières sous-cutanées, de voir si les vésicules pleines de liquide incolore ou jaune que possèdent les autres espèces de tyroglyphes en arrière des dernières pattes, existent aussi chez celles-ci; malgré tous nos efforts, nous n'avons pu les apercevoir, non plus que les autres organes internes, à l'exception des œufs qui se comptent toujours et facilement, au nombre de quatre ou cinq, chez les femelles ovigères.

MUES ET CARACTÉRISTIQUE DES AGES.

Comme chez tous les autres Acariens, l'augmentation de la taille, l'apparition des membres complémentaires et celle des attributs sexuels, ont toujours lieu à la suite de mues successives. Ces mues sont aussi nombreuses dans la nouvelle espèce que chez les autres Tyroglyphes, et, comme chez ceux-ci, on peut constater que le premier âge, celui de *larve hexapode*, est très-court, et que la quatrième paire de pattes s'acquiert après la première mue, car on rencontre fréquemment des jeunes *nymphes octopodes* dont la taille n'est guère supérieure à celle des larves. Ce fait prouve, comme l'avaient du reste déjà dit MM. Fumouze et Robin (1), que la présence de huit pattes est loin d'indiquer l'âge adulte, et qu'il faut, pour caractériser cet âge, qui est celui du complet développement de l'animalcule, la présence bien accusée

(1) *Mémoire sur les Acariens des genres* Cheyletus, Glyciphagus *et* Tyroglyphus, in *Journal de l'anatomie*, septembre 1867.

des organes sexuels : le pénis chez le mâle, la vulve d'accouchement ou l'oviducte chez la femelle.

Ce ne sont jamais des femelles adultes que l'on trouve accouplées avec les mâles : ce sont toujours de jeunes femelles qui ne sont que des nymphes pubères; car elles n'ont aucune trace des derniers attributs de leur sexe. C'est, du reste, ce que nous avons déjà constaté, non-seulement chez les Psoroptes, où le fait avait déjà été entrevu par Delafond et Bourguignon (1), mais encore chez les Symbiotes (2) et chez les Sarcoptes (3), où cet âge de l'accouplement chez les femelles était tout à fait inconnu.

Après l'accouplement et la fécondation, la nymphe pubère subit encore une mue, où elle acquiert sa taille définitive et son organe spécial de ponte, la *vulve sous-thoracique* qui est un *véritable oviducte*. Outre cette caractéristique du dernier âge des femelles, on constate toujours aussi dans son abdomen la présence d'un certain nombre d'œufs, ordinairement quatre ou cinq, à différents degrés de développement.

Les mâles subissent, par le fait, une mue de moins que les femelles; car ils proviennent de jeunes nymphes semblables à celles qui donnent les nymphes femelles pubères, ils ne subissent par conséquent pas la dernière mue de celles-ci (voy. p. 383).

HABITUDE ET RÉGIME.

Le *Tyroglyphe à scie* est un acarien sociable : c'est toujours en grandes troupes, où tous les âges sont représentés, qu'il vit sur les champignons en voie de décomposition. Il y a une vie en quelque sorte amphibie, car, du moment où le champignon commence à s'altérer, à prendre une couleur brune et à devenir humide, c'est dans la couche de liquide d'un demi à un millimètre d'épaisseur qui recouvre la surface du cryptogame, que se promènent, complétement baignés par ce liquide, et au milieu des myriades

(1) *Traité de la psore*, in *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XVI, 1800.

(2) *Mémoire sur un nouveau Symbiote*, in *Journal de l'anatomie* de M. Ch. Robin, juillet 1872.

(3) *Mémoire sur la gale du cheval*, in *Recueil vétérinaire*, 1872.

d'anguillules qui y grouillent souvent, les *Tyroglyphes à scie.* On pourrait croire que c'est sur les anguillules, avec lesquelles ils sont toujours en contact, qu'ils dardent leurs mandibules acérées, mais nous avons pu nous assurer que c'est une illusion et que ce sont bien les cellules du tissu végétal qu'ils déchirent avec leur paire de scie ; ils vivent donc du suc des champignons, et si la décomposition de ces végétaux marche si vite, lorsque les *Tyrophyles à scie* et les *Anguillules* les ont envahis, c'est que ces parasites, et surtout les premiers, en détruisant les couches corticales du cryptogame, mettent à nu son tissu intérieur, et le livrent à toute l'activité destructive des agents atmosphériques.

C'est sur les parties saillantes, relativement les moins humides du champignon, que les femelles des Tyroglyphes déposent leurs œufs ; elles les groupent au nombre de vingt à trente et même davantage, sur des surfaces qui semblent alors brodées de petites perles.

Il arrive un moment où la décomposition des champignons, très-avancée, donne probablement naissance à des produits, peut-être acétiques ou alcooliques, qui sont nuisibles aux *tyroglyphes à scie* et aux *anguillules* (1), car ils s'empressent de quitter ce milieu et d'émigrer à la recherche de nouveaux aliments, c'est-à-dire de champignons intacts. C'est toujours de conserve que se fait cette émigration, et il est probable que la goutte d'humidité qu'entraîne avec lui le tyroglyphe est la principale cause de la société assidue que lui tiennent les anguillules, car elle est indispensable à la pérégrination de ces dernières aussi bien que des premiers, car ils périssent promptement par la sécheresse. Les temps humides qui activent tant la pourriture des champignons n'ont probablement une influence aussi fatale que parce qu'ils favorisent singulièrement l'émigration des susdits parasites.

(1) L'alcool pur les tue rapidement, surtout les seconds ; il en est de même de l'acide acétique.

SUPPLÉMENT.

POSITION ZOOLOGIQUE ET RÔLE DES HYPOPUS.

Pour bien étudier dans toutes ses phases le développement du *Tyroglyphus rostro-serratus*, nous avons eu l'idée de disposer de petites cages de verre, fermant hermétiquement, pouvant être mises sur le porte-objet du microscope, et dans lesquelles, véritables petits parcs en miniature, nous élevons de nombreuses générations de cet acarien en lui fournissant simplement des débris de champignon qui lui servent en même temps de nourriture et d'habitat.

Ce procédé nous a rendu témoin d'un fait extrêmement curieux, qui donne la solution d'un problème d'histoire naturelle soulevé par Dujardin, et non encore résolu, à savoir : Que sont ces très-petits acariens, octopodes, mais imparfaits, à téguments coriaces, que l'on rencontre vivant en parasites sur un grand nombre d'animaux articulés, tels que les grands Acariens, les Faucheurs, les Myriapodes, les Diptères, les Coléoptères et même sur des mammifères, et que l'on a nommés *Hypopus*, *Homopus* et *Trichodactylus?* Depuis de Geer et Hermann, qui virent les premiers, on les regardait comme formant des espèces et même des genres distincts. Dujardin reconnut que c'étaient des acariens imparfaits et les regarda comme des larves sans bouches, véritables œufs ambulants, qui donnaient naissance à des Gamases, se basant, pour émettre cette assertion, sur ce qu'il avait cru reconnaître dans l'intérieur d'un hypope près de muer, la forme d'un gamase (1).

Un fait nous avait frappé en observant nos petits élèves, c'est que, quand le champignon sur lequel ils habitaient tendait à se dessécher, nos nombreux tyroglyphes disparaissaient en grande partie et étaient remplacés par des légions d'un Hypope parti-

(1) Edouard Claparède, dans son *Étude sur les Acariens* (*Zeitschr für Wiss. Zoologie*, XVIII Bd. Leipzig 1868), regarde les Hypopes comme les mâles parfaits de certaines espèces de Tyroglyphés parce qu'il a vu aussi une nymphe du *Tyroglyphus echynopus* muer d'un Hypope, sans avoir vu le vrai mâle.

culier ayant tous les caractères de l'*Hypopus feroniarum* de L. Dufour; ils couvraient toutes les parois de la cage, et s'accumulaient surtout dans le voisinage des interstices par lesquels ils cherchaient à s'échapper. L'exploration avec le microscope de tous les coins et recoins de la boîte ne montrait aucun Gamase, ni rien qui donnât la clef du mystère.

En renouvelant la provision de champignon, ce qui ramenait l'humidité, c'étaient les Hypopes qui disparaissaient à leur tour, remplacés par des myriades de Tyroglyphes. Vingt fois le même phénomène s'est reproduit sous nos yeux.

Après avoir inutilement isolé des Hypopes dans de petites cages de verre sans obtenir la moindre mue, nous eûmes l'idée de mettre dans leurs cages des parcelles de champignon, parfaitement débarrassées d'œufs et d'animalcules. *Dans ces nouvelles conditions, les Hypopes ont mué et se sont transformés sous nos yeux en Tyroglyphes non encore adultes.*

Ce fait démontre que l'hypope est un âge transitoire du tyroglyphe; mais l'hypope vient-il de l'œuf, ou est-il le résultat de la transformation des larves hexapodes, ou des nymphes?

En poussant nos recherches avec persistance, nous sommes arrivé à rencontrer *une nymphe octopode inerte contenant dans son intérieur un hypope près d'éclore* (nous avons isolé cet animalcule entre deux lamelles de verre et nous conservons précieusement cette préparation) (1).

Ainsi, voilà qui est bien démontré : ce sont des nymphes de Tyroglyphes qui se transforment en Hypopes, et réciproquement des Hypopes qui redeviennent des nymphes de Tyroglyphes (2).

Mais pourquoi cette mutation?

En y réfléchissant, on comprend le but qu'a eu la prévoyante nature. Quand on a vu des *Tyroglyphes à scie*, dont les mouvements sont si lents qu'ils parcourent à peine 1 millimètre en

(1) La taille de la nymphe en train de muer d'un Hypopus est de $0^{mm},23$. Les Hypopus se présentent sous deux grandeurs : les plus petits ont $0^{mm},14$, et les plus grands $0^{mm},18$.

(2) Les figures, prises sur nature, et représentant ces mutations, paraîtront dans le prochain numéro de ce recueil.

trente secondes, on se demande comment ils peuvent, à l'état de nature, arriver d'un champignon à un autre; d'un autre côté, il est facile de s'assurer que, privés d'humidité, ces Tyroglyphes ne vivent pas longtemps; s'il n'y avait pas eu un moyen particulier de conservation, la moindre sécheresse qui fait disparaître les champignons aurait du même coup anéanti l'espèce. Au moyen des Hypopes, cette destruction complète est évitée, et, de plus, grâce à la tendance à la vie parasitaire de ces animalcules et à l'appareil d'adhérence qu'ils possèdent au moyen duquel ils s'attachent à tous les petits êtres plus agiles qu'eux qui passent à leur portée, les Hypopes sont un admirable moyen de dissémination. L'Hypope remplit, en un mot, à l'égard du Tyroglyphe, le même rôle que les *kystes de conservation* de M. Gerbe remplissent à l'égard des infusoires du genre Kolpode.

Ce qui vient encore à l'appui de cette opinion sur le rôle des Hypopes, c'est la ténacité extraordinaire de la vie chez ces petits êtres qui n'ont pas un cinquième de millimètre de long, et qui résistent mieux aux agents extérieurs que les Acariens les mieux armés pour cela, comme les Gamases et les Oribates; tandis que ceux-ci ne vivent que quelques secondes dans l'essence de térébenthine, qui tue instantanément les Acariens mous, nous avons vu des Hypopes faire encore des mouvements une demi-heure après avoir été baignés dans ce liquide. D'autres ont vécu huit jours dans une solution concentrée d'alun.

Maintenant, tous les Acariens ont-ils des *nymphes adventives hétéromorphes, ou Hypopes* chargées de la conservation et de la dissémination de l'espèce, outre leurs nymphes ordinaires? C'est une question que nous espérons résoudre avec le temps; toujours est-il que, outre les onze espèces d'Hypopes décrites par Dujardin, nous en connaissons six autres que nous avons collectionnées et qui toutes certainement appartiennent à des Acariens différents. La solution de cette question intéresse non-seulement le naturaliste, mais encore le pathologiste; car s'il venait à être démontré que les *acariens psoriques* eux-mêmes ont leurs *Hypopes*, la connaissance de ce fait éclairerait l'étiologie de la gale d'un jour tout nouveau.

Nous préparons un mémoire complet sur l'Hypope du *Tyroglyphus rostro-serratus* et ceux que nous possédons encore.

EXPLICATION DES PLANCHES X, XI et XII.

PLANCHE X.

FIG. 1. — *Tyroglyphus rostro-serratus* (Mégnin) ; mâle, vu de dos, montrant le sillon transversal, la partie du corps qui est en avant surbaissée, la partie postérieure surélevée avec ses dix mamelons pairs portant de petits poils courbés et un mamelon impair énorme près du milieu du sillon transversal (grossissement 150 diamètres).

FIG. 2. — Le même, vu par la face ventrale, montrant les épimères principaux et secondaires qui constituent le squelette du tronc, les petits poils entre les épimères, le pénis précédé des quatre anneaux chitineux simulant des ventouses, et suivi immédiatement de l'anus. On voit de chaque côté de l'échancrure du bord postérieur les petites épines qui garnissent inférieurement les derniers mamelons (même grossissement).

FIG. 2 *bis*. — Pénis du mâle grossi 275 fois.
- *a*. Portion principale du pénis.
- *bb*. Son épimérite.
- *c*. Fente anale.

FIG. 3. — Une patte de la première paire.
- *a*. La hanche ou rotule offrant une épine courte à son bord antérieur.
- *b*. L'os inguinal ou trochanter portant une épine assez forte à son bord postérieur.
- *c*. Le fémoral ou cuisse portant deux épines.
- *d*. La jambe ou tibial portant trois appendices ; deux épines et une soie n'atteignant pas le milieu du tarse.
- *e*. Le tarse ou pied portant un assez grand nombre d'appendices : un cirre ou épine mousse et courbée, trois autres épines sur le corps de l'article, et à son extrémité trois épines, plus un fort crochet, plus une soie, ayant à peu près la longueur du tarse (grossissement 375 diamètres).

PLANCHE XI.

FIG. 1. — *Tyroglyphus rostro-serratus* femelle, vue de dos, montrant les mêmes particularités que sur le mâle, plus le petit anneau chitineux près de la commissure postérieure de l'anus, et des éclaircies dans l'opacité

des téguments entre les mamelons. — Les mamelons postérieurs n'ont pas d'épines comme chez le mâle (grossissement 150 diamètres).

Fig. 2. — La même, vue par sa face ventrale. On voit, outre les détails propres aux deux sexes déjà signalés pour le mâle, la vulve d'accouchement ou *oviducte*, en forme de fente médiane, située entre les épimères des deuxièmes et troisièmes paires et l'anus, sous forme d'une simple fente, atteignant le bord postérieur (même grossissement).

Fig. 3. — Une patte de la première paire. Mêmes détails que dans la fig. 3 de la planche X ; on remarque qu'il y a en plus un petit poil sur le deuxième article que nous n'avons pas vu chez le mâle, et que le crochet terminal est beaucoup plus faible en même temps que tout le membre est plus long et plus grêle.

PLANCHE XII.

Fig. 1. — Œuf de *Tyroglyphus rostro-serratus* (au grossissement de 150 diamètres).

Fig. 2. — Larve hexapode du même (au même grossissement).

Fig. 3. — Jeune nymphe d'une mue seulement plus âgée que la larve hexapode (même grossissement).

Fig. 4. — Nymphe ou jeune femelle pubère, c'est-à-dire à l'âge de l'accouplement. — On remarquera qu'elle n'a pas encore d'oviducte, mais qu'elle a l'ouverture vulvo-anale large et béante (même grossissement).

Fig. 5. — Jeune femelle et mâle accouplés.

Fig. 2. — Rostre du *Tyroglyphus rostro-serratus*, face inférieure (au grossissement de 600 diamètres).

aa. Mâchoires soudées.

bb. Premier article des palpes maxillaires.

cc. Deuxième article des palpes.

dd. Troisième et dernier article des mêmes palpes, remarquable par les deux soies ou aiguillons recourbés qu'il porte.

ee. Expansion membraneuse étalée sur les deux derniers articles mobiles des palpes maxillaires, et faisant l'office des joues des sarcoptes.

f. Lèvre, *f'* sa languette.

gg. Palpes labiaux rudimentaires.

hh. Mandibules en scies.

Fig. 7. — Rostre du *Tyroglyphus rostro-serratus*, face supérieure (au grossissement de 600 diamètres).

bb. Premier article des palpes maxillaires.

cc. Deuxième article des mêmes palpes.

dd. Troisième article des mêmes palpes.

ee. Membrane pellucide de la face supérieure de ces deux derniers articles, qui remplit le même rôle que la joue des Sarcoptes.

gg. Extrémité des deux palpes labiaux rudimentaires.

hh. Mandibules en scies.

ii. Partie avancée et lobée de l'épistome qui porte une paire de poils; — *i'i'*, deuxième paire de poils de l'épistome.

j. Membrane dépendante de l'épistome qui unit supérieurement les palpes maxillaires et ferme la gouttière représentée par la lèvre et ces mêmes palpes; gouttière qui est ainsi transformée en tube d'aspiration.

Fig. 8. — Mandibule vue de profil. — On voit que ses deux mors sont soudés et transformés en un stylet barbelé taillé en scie inférieurement.

RECHERCHE

DE

L'ARGENT ET DU PALLADIUM

DANS LES HUMEURS ET LES TISSUS

PAR LA MÉTHODE ÉLECTROLYTIQUE

Par M. MAYENÇON
Professeur de chimie au lycée de Saint-Étienne

Et par M. le Dr BERGERET (de Saint-Léger)
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

En lisant les livres de thérapeutique et les dictionnaires de médecine en voie de publication, on constate qu'au point de vue physiologique l'étude des sels d'argent n'est pas encore faite. La médecine utilise cependant, depuis plusieurs siècles, les préparations d'argent, et elle en a fourni toutes les indications cliniques, comme on peut le voir dans le remarquable article de MM. Ball et Charcot, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Dernièrement, M. Cloëz, en réunissant l'urine de plusieurs malades de la Salpêtrière, traitées par les sels lunaires, a pu recueillir un petit globule d'argent. Ce fait démontre que l'élimination de ces sels se fait par l'urine.

Par notre méthode électrolytique, nous avons répété pour l'argent ce que nous avons fait pour le mercure, l'or, le plomb et le bismuth (1). Nous avons fixé l'argent sur le fil de platine du couple voltaïque, nous l'avons converti en chlorure, puis nous l'avons mis en évidence par des réactifs spéciaux. A l'aide de notre méthode, chacun pourra, dorénavant, étudier, avec la plus grande facilité, l'*absorption*, la *diffusion histologique* et l'*élimination des sels d'argent*.

(1) Voy. *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, n° 1 et n° 3, 1873.

RECHERCHE DES SELS D'ARGENT.

1° *Couples voltaïques.* — Pour rechercher l'argent et ses sels, dans l'organisme, on peut se servir de l'un quelconque des couples voltaïques qui ont été déjà signalés dans nos mémoires précédents. Nous nous servons habituellement du couple zinc et platine. — Toutefois, nous devons dire que le couple aluminium et platine, que l'on fait fonctionner dans la liqueur rendue alcaline, semble fixer plus promptement l'argent.

Inutile de dire que le couple dont on se sert doit être très-propre.

L'argent amené par électrolyse sur le fil de platine est ensuite converti en chlorure, par le chlore, ou en azotate, par les vapeurs d'acide azotique légèrement chauffé dans un ballon à fond plat.

Le fil est alors essuyé sur du *papier blanc ordinaire* légèrement humecté avec de l'eau pure.

2° *Réactifs.* — L'argent, par la facilité avec laquelle ses sels sont réduits par les divers réactifs, est un des métaux les plus faciles à mettre en évidence.

Les réactifs dont nous nous servons sont les suivants :

1° Les vapeurs que dégage, à la température ordinaire, une dissolution de *phosphore dans du sulfure de carbone ;*

2° L'*hydrogène* impur que dégage le zinc en contact des acides chlorhydrique ou sulfurique ;

3° On obtient le même résultat avec le *gaz de l'éclairage* et avec l'*hydrogène phosphoré ;*

4° Une dissolution étendue d'acide pyrogallique sur le chlorure d'argent préalablement dissous dans l'ammoniaque.

Lorsqu'on est pressé, on étend avec une baguette de verre des traces de la dissolution de phosphore sur le papier où l'on a essuyé le fil de platine. L'argent apparaît immédiatement sous la forme d'un trait *brun*, à reflet métallique. Cette dernière manière de faire ne doit pas être employée ordinairement, car le papier s'enflamme spontanément aussitôt qu'il est sec.

Par tous ces réactifs, l'argent apparait en *brun* avec un *reflet métallique très-prononcé.*

3° *Sensibilité.* — Par ce procédé analytique, on décèle aisément $\frac{1}{200000}$ d'argent.

Expériences.

Comme précédemment nous avons fait des expériences sur des malades et sur des lapins.

1° Expériences sur les malades.

A. *Nitrate d'argent en pilules.*

Nous ne ferons pas ici l'histoire thérapeutique de l'argent et de ses sels ; à cet égard nous renvoyons le lecteur au remarquable article de MM. Ball et Charcot dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.* Nous n'avons pour but spécial que d'étudier l'*absorption*, la *diffusion histologique* et l'*élimination* des sels lunaires.

Nous avons donné le nitrate d'argent à un grand nombre de malades atteints de névropathies diverses, de diarrhées rebelles, etc. La dose moyenne a été de 5 centigrammes par vingt-quatre heures ; aux uns nous en avons prescrit 2 à 3 centigrammes ; aux autres 7 à 10 centigrammes ; mais le plus grand nombre en prenait 5 centigrammes par jour. Ce sel lunaire a été pris parfois pendant un ou deux jours seulement ; d'autres fois, pendant des mois consécutifs. Disons tout de suite que nous n'avons jamais observé l'*argyrie*, ni même le liséré dentaire.

Nos expériences ont été faites pendant les mois de janvier, février, mars et avril.

Il résulte de centaines d'analyses, que le nitrate d'argent est lentement et difficilement absorbé par l'organisme humain, ou que, du moins, l'*urine des malades n'en renferme jamais que des traces.*

Dans le courant de nos recherches sur le nitrate d'argent, nous avons observé un fait qui mérite d'être signalé. Le 10 mars, nous avons analysé de l'urine qui avait été abandonnée pendant trois jours par mégarde ; elle provenait d'une névropatique ayant

des crises cataleptiformes. Cette malade prenait de ce sel depuis plus de deux mois. L'urine avait formé un sédiment épithélial considérable. Nous avons décanté la partie supérieure, claire, dans un verre, et versé dans un autre la partie sédimenteuse. Dans chaque verre nous avons fait fonctionner un couple voltaïque; or, tandis que la partie claire donnait un résultat *peu sensible*, l'autre accusait de l'argent en *quantité notable.*

Nous avions déjà remarqué un fait semblable en étudiaut le mercure.

Il semble donc que le mercure et l'argent produisent une desquamation épithéliale du rein et de la vessie qui serait due à une imprégnation métallique de l'épithélium uropoiétique.

B. *Chlorure d'argent en pilules.*

Nous avons donné et nous donnons encore journellement du chlorure d'argent à un grand nombre de nos malades. Pour être sûrs de la qualité de notre médicament, nous le préparons nous-mêmes à la pharmacie de l'Hôtel-Dieu.

Ce sel si insoluble est très-rapidement absorbé et se trouve promptement dans l'urine des malades.

Ainsi, le nitrate d'argent, qui est très-soluble dans l'eau, s'absorbe lentement et difficilement; tandis que le chlorure, qui est un des sels les plus insolubles, entre, au contraire, très-rapidement dans l'organisme. Ceci démontre que l'on ne peut pas conclure de la chimie ordinaire à la chimie physiologique. Du reste, notre mémoire précédent sur le bismuth nous a déjà démontré que l'appareil digestif est un laboratoire qui ménage bien des surprises.

Tolérance de l'organisme pour le chlorure d'argent.

Serres (de Montpellier), et Sicard ont autrefois préconisé le chlorure d'argent contre la syphilis. M. Ricord a essayé cette médication et n'en a retiré aucun avantage. Voulant de notre côté savoir à quoi nous en tenir à cet égard, nous avons prescrit le chlorure lunaire à dose croissante à une syphilitique atteinte d'accidents secondaires graves. Nous n'avons pas poussé la dose

à 1gr,50 comme MM. Trousseau et Pidoux, nous l'avons administré de la façon suivante :

Du 1er au 6 février, 10	centigr. par jour	....	=	0gr,50
Du 6 au 9 février, 20	—	....	=	0gr,60
Du 9 au 12 février, 30	—	....	=	0gr,90
Du 12 au 15 inclus. 40	—	....	=	1gr,60
		Total...........	=	3gr,60

A 40 centigrammes par jour, la malade a commencé à éprouver un peu de pincement d'estomac. Nous avons cessé l'administration de ce sel, non pas que cette dose nous ait paru la limite de la tolérance, mais parce que, pendant ces quinze jours, non-seulement les accidents ne s'étaient pas amendés, mais s'étaient aggravés, au contraire. Pendant cette médication, l'appétit a été ordinaire et il n'y a eu aucun dérangement du ventre.

Chez plusieurs névropathiques, nous avons prescrit et nous prescrivons encore de 20 à 30 centigrammes de chlorure lunaire par jour. Cette médication, poursuivie avec ténacité, a produit de très-bons effets. Notamment chez une jeune fille qui avait, tous les jours et quelquefois plusieurs fois par jour des attaques catalepti-formes, le chlorure d'argent a réussi, alors que tous les antispasmodiques avaient échoué. Les attaques ont diminué de fréquence et d'intensité, elles ne sont bientôt revenues que tous les deux ou trois jours, puis toutes les semaines ; enfin la malade vient de sortir de l'hôpital n'ayant pas eu d'attaque depuis six semaines.

Plusieurs autres malades nous ont donné des résultats semblables.

Une idée assez généralement répandue, c'est que l'*argyrisme* commence à se manifester lorsque les malades ont pris successivement, par doses fractionnées, 2 grammes de sels lunaires, nitrate ou chlorure ; ceci est complétement inexact. Certaines de nos malades en ont pris 10, 15 et même 20 grammes sans même que le liséré dentaire ait apparu. Il serait donc très-regrettable que la crainte de l'argyrisme détournât les praticiens d'une médication qui peut rendre de grands services.

Conclusions. — De ces premières expériences cliniques, nous croyons pouvoir conclure :

1° Que les sels lunaires sont absorbés et que leur élimination se fait en partie par les urines;

2° Que le chlorure d'argent est plus assimilable que le nitrate.

2° Expériences sur les lapins.

Le 15 mars, deux lapins, du poids de 1 kil. 500 chacun, sont soumis, pendant vingt-quatre heures, à une alimentation de feuilles de chou sur lesquelles on a répandu et fait pénétrer par pression 20 centigrammes de chlorure d'argent. Chaque lapin en ingère environ 10 centigrammes.

PREMIER LAPIN. — Un des lapins est tué le 16 mars à une heure un quart, c'est-à-dire vingt-quatre heures après le début de l'alimentation chlorurée.

Autopsie. — La muqueuse stomacale est rouge par place, mais elle n'est pas enflammée, il n'y a d'ulcération nulle part.

Résultat de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Urine après 15 minutes........	très-abondant.
2° Reins......................	abondant, moins que dans urine.
3° Foie après 15 minutes.........	peu abondant avec couple zinc et platine. Solution acide. plus abondant avec couple aluminium et platine. Sol. alcaline.
4° Sang après 15 minutes........	peu abondant.
5° Contenu de l'estomac après 15 m.	très-abondant avec zinc et platine. Solut. acide. plus abondant encore avec Al et Pt. Solution alcaline.
6° Cerveau après 15 minutes......	très-abondant dans solution alcaline avec couple Al et Pt.
7° Muscles après 15 minutes......	très-sensible.

Ainsi en vingt-quatre heures, le chlorure d'argent est absorbé et répandu dans tout l'organisme. Le *cerveau* en renferme beaucoup; il n'est donc pas étonnant qu'il agisse si énergiquement dans les névropathies.

DEUXIÈME LAPIN. — On a recueilli les crottes du 19 mars; elles renferment beaucoup d'argent.

Le 23 mars, nous le tuons. — Il y a huit jours qu'il n'a pas pris d'argent.

Autopsie. — Rien à noter.

Résultat de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Urine	très-sensible.
2° Reins	—
3° Bile...............................	—
4° Foie	—
5° Cerveau	—

6° Après huit jours l'argent se trouve répandu dans toutes les parties de l'organisme.

Réflexions. — Relativement à ce second lapin, nous avons, comme dans le Mémoire sur le bismuth, des réflexions à soumettre au lecteur. Ces réflexions portent sur deux points :

A. Fluidité remarquable du sang;

B. Diffusion de l'argent dans tout l'organisme, huit jours après une seule dose de 10 centigrammes de chlorure lunaire.

A. *Fluidité du sang.*— Le chlorure d'argent — et probablement tous les sels lunaires — paraît jouir d'une propriété fluidifiante très-remarquable et diamétralement contraire à celle du sous-nitrate de bismuth. En effet, le sang de ce second lapin a été recueilli dans un verre où nous l'avons fait couler en ouvrant, comme d'habitude, le cœur avec des ciseaux. Au bout de quarante-huit heures, il avait conservé toute sa fluidité. Cependant ce lapin était gras, avait les chairs fermes, tandis que le lapin du bismuth était maigre et avait la viande flasque.

Ainsi, chez ces deux lapins, dont l'un avait pris du sous-azotate de bismuth et l'autre du chlorure d'argent, nous avons observé qu'après *huit jours* le premier avait un sang qui se coagulait immédiatement, tandis que chez le second cette humeur restait fluide pendant quarante-huit heures.

3° Nouvelles expériences sur les lapins.

Nous avons répété l'expérience sur deux autres jeunes lapins de la même portée, pesant chacun 700 grammes. A l'un nous avons donné du sous-nitrate de bismuth et à l'autre du chlorure d'argent. Nous les avons tués quarante-huit heures après.

Dans les deux cas, le sang recueilli — en ouvrant le cœur qui battait avec énergie — nous a donné un caillot semblable et très-rétracté, nageant dans le sérum.

Faut-il pour que l'action coagulante du bismuth et fluidifiante de l'argent se manifeste sur le sang, que ces métaux aient imprégné longtemps et profondément l'organisme ? ou bien notre première observation est-elle indépendante du bismuth et de l'argent ? Des expériences subséquentes pourront seules éclairer les physiologistes et les médecins à cet égard.

B. *Diffusion de l'argent dans tout l'organisme, huit jours après une dose de* 10 *centigrammes de chlorure lunaire.* — Ici, nous pouvons faire les mêmes hypothèses que lorsqu'il s'est agi du bismuth, mais nous croyons que la diffusion histologique de l'argent doit plus spécialement être attribuée à l'imprégnation métallique des éléments anatomiques (1).

COMBIEN DE TEMPS L'ARGENT MET-IL POUR SORTIR DE L'ORGANISME?

4° Nouvelles expériences sur les malades.

A. La syphilitique dont nous avons parlé plus haut et qui avait pris $3^{gr},60$ de chlorure d'argent en quinze jours n'en avait plus trace dans l'urine au bout d'un mois (13 mars).

B. Voulant suivre exactement la marche de l'élimination de l'argent, nous avons, le 1er avril, cessé l'administration du chlorure lunaire chez une jeune névropathique qui avait pris de ce sel, à dose croissante de 10, 20 et 30 centigrammes, pendant les mois de janvier, février et mars :

2 avril, urine..........................	très-abondant.
5 avril, urine..........................	assez abondant.
7 avril, urine..........................	très-sensible.
8 avril, urine..........................	sensible.
9 avril, urine..........................	sensible.

La quantité restant à peu près la même, nous prescrivons, pendant cinq jours de suite, 50 centigrammes d'iodure de potassium :

10 avril, urine..........................	très-sensible.
12 avril, urine..........................	sensible.
15 avril, urine..........................	traces.
16 avril, urine..........................	douteux.

(1) Se reporter à notre mémoire sur le bismuth, nos 1 et 3 de ce recueil, 1873.

Ainsi, chez cette malade qui était, on peut dire, saturée d'argent, l'élimination a duré seize jours. L'iodure de potassium semble avoir eu une action expulsive manifeste.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

De l'ensemble de ces recherches, nous croyons pouvoir conclure :

1° Que les sels d'argent sont absorbés et se répandent promptement dans toutes les parties de l'organisme ;

2° Que le chlorure d'argent est plus facilement absorbé que le nitrate ;

3° Que l'élimination des sels lunaires se fait principalement par le rein et par l'intestin ;

4° Que l'élimination par le rein dure environ quinze jours ;

5° Que l'iodure de potassium semble favoriser l'expulsion des sels d'argent.

RECHERCHE DU PALLADIUM.

Le palladium et ses sels n'ont pas encore été administrés cliniquement. Leur histoire thérapeutique n'existe donc pas.

RECHERCHE DES SELS DE PALLADIUM.

1° *Couples voltaïques.* — Pour rechercher le palladium, on procède exactement comme pour l'argent. — Le palladium est, en quelque sorte, un second argent.

2° *Réactifs.* — Lorsque le palladium est fixé sur le fil de platine et converti en chlorure par l'action du chlore, on le fait apparaître comme l'argent et par les mêmes réactifs.

La seule différence que nous ayons trouvée entre ces deux métaux, c'est que le chlorure du palladium, déposé sur le papier, n'est que très-lentement réduit par une dissolution d'acide pyrogallique, tandis que le chlorure d'argent l'est très-promptement.

Il faut dire cependant que le chlorure de palladium tache le papier en *jaune brun*.

3° *Sensibilité.* — Elle est la même que pour l'argent.

EXPÉRIENCES.

Jusqu'alors, nous ne nous sommes pas cru autorisés à employer cliniquement les sels de palladium; mais ils sont supportés par les animaux comme ceux d'argent.

Expériences sur un lapin.

Le 19, 20, 21 et 22 avril, nous donnons tous les jours du chlorure de palladium à un jeune lapin du poids de 700 grammes. Il en ingère environ 12 centigrammes.

Le 23 à six heures du matin, nous le tuons.

Autopsie. — Rien à noter, l'estomac n'est pas enflammé.

Résultat de l'analyse des tissus et des humeurs.

1° Urine..........................	assez abondant.
2° Reins..........................	très-sensible.
3° Foie (trois épreuves)..............	abondant chaque fois.
4° Sang..........................	très-sensible.
5° Contenu de l'estomac..............	très-abondant.

En un mot, le palladium se trouve dans toutes les parties de l'organisme.

Nous avons constaté que le *foie* contenait beaucoup de palladium; c'est par la bile, sans doute, que la plus grande partie de ce métal s'élimine. Il en est probablement pour le palladium comme pour l'or et le plomb.

ADDITION AU MÉMOIRE SUR LE PLOMB.

Recherche du plomb dans les tissus et les humeurs d'une phthisique qui a pris pendant 65 jours consécutifs de l'acétate de plomb à la dose de 20 centigrammes (1).

La femme B..., trente-huit ans, entre le 26 février dans notre service; elle a des cavernes énormes aux deux sommets. Pour une diarrhée que ni le sous-azotate de bismuth, ni l'opium, ni la craie, etc., n'avaient pu arrêter, nous lui donnons de l'acétate

(1) *Journal de l'anatomie*, 1873, n° 3.

de plomb, à la dose de 20 centigrammes, et les fonctions intestinales se régularisent promptement. Elle a pris 13 grammes de ce sel en soixante-cinq jours. Elle meurt le 8 mai.

Le 9 nous analysons la rate, le foie, la bile, le cerveau, le rein et l'urine.

1° Urine, recueillie dans la vessie..........	douteux.
2° Rein..............................	douteux.
3° Cerveau............................	très-apparent.
4° Bile...............................	abondant.
5° Foie...............................	abondant.
6° Rate...............................	très-abondant.

Une autre phthisique est également morte le 8 mai; elle a pris du même sel saturnin pendant dix-sept jours.

Nous n'analysons que le cerveau.

Résultat. — Négatif ou fort douteux après douze heures de fonctionnement du couple voltaïque.

Dans nos recherches antérieures sur les sels de plomb, nous avons été conduits aux conclusions suivantes :

1° Les sels de plomb sont très-lentement et très-difficilement absorbés par l'intestin;

2° Les sels de plomb absorbés imprègnent principalement la rate et le foie;

3° L'élimination des sels de plomb se fait spécialement par la bile.

Ces nouvelles analyses confirment entièrement ce que nous avons avancé. Ainsi les sels de plomb n'imprègnent notablement que la rate et le foie et leur élimination se fait par la bile. Le rein et l'urine n'en renferment que lorsque des doses massives sont administrées et qu'il y a reflux sanguin du foie aux reins par le mécanisme expliqué par M. Cl. Bernard.

Cependant, le cerveau finit par en renfermer des traces, comme les analyses ci-dessus le démontrent, mais il faut longtemps pour que cet organe soit imprégné, puisque chez la fille qui n'en avait pris que pendant dix-sept jours il n'y en avait pas.

Cette accumulation du plomb dans la rate et cette élimination par la bile ne seront-elles pas utilisées par les médecins pour combattre certaines affections spléniques et hépatiques?

MÉMOIRE

SUR LA

MUTABILITÉ DES GERMES MICROSCOPIQUES

ET LA QUESTION DES FERMENTATIONS

Par Jules DUVAL

Membre de la Société des sciences naturelles de Versailles,
Correspondant de la Société de pharmacie de Paris (1).

Dans des recherches de micrographie aérienne que j'entrepris en 1864, dans un but de satisfaction personnelle, diverses conceptions purement intuitives s'étaient présentées à mon esprit, touchant l'origine contestée de certains organismes cellulaires. M. l'abbé Moigno auquel je communiquai mon manuscrit m'offrit complaisamment d'en publier la substance dans son journal *Les Mondes*. Peu confiant, toutefois, dans mes appréciations propres et convaincu de mon inexpérience, je crus à propos de laisser dans l'ombre un travail que je savais être beaucoup trop incomplet.

Disciple fidèle de M. Pouchet (de Rouen), je partageai, tout d'abord, ses opinions savantes sur l'hétérogénie. Pus tard pourtant, ayant contrôlé quelques-unes des épreuves de mon illustre maître et les ayant trouvées en contradiction formelle avec les siennes, force me fut faite de me ranger sous la bannière de la panspermie.

Poussant l'investigation microscopique dans ses derniers retranchements, je ferai l'aveu, néanmoins, que les expériences de M. Pasteur, malgré leur exactitude et leur portée lumineuse, laissèrent pendant longtemps dans ma pensée quelque chose de vague et d'indécis. C'est ce quelque chose que j'entrepris de résoudre, lorsqu'en 1869 je soutins devant l'École de pharmacie

(1) Ce mémoire, lu le 18 avril 1873, à la onzième réunion annuelle des délégués des Sociétés savantes à la Sorbonne, sert de complément à la thèse de M. Duval, sur l'*Origine des ferments organisés par voie de mutabilité*, travail qui a valu à son auteur la médaille d'or de la Société de pharmacie de Paris, en 1869.

de Paris ma thèse inaugurale sur l'*origine des ferments organisés par voie de mutabilité.*

M. Pasteur, en recueillant les poussières atmosphériques, avait été à même (1) « de reconnaître qu'il y a constamment dans l'air commun un nombre variable de corpuscules, dont la forme et la structure annoncent qu'ils sont organisés », mais, quant à leur détermination rigoureuse, il ne pouvait rien dire de plus. M. Ch. Robin (2), dont le nom fait autorité en pareille matière, combat M. Pasteur lorsqu'il déclare que ces corpuscules (3) « appartiennent sans conteste à des espèces fort nombreuses », et l'avis de M. Ch. Robin est partagé, d'ailleurs, par tous ceux qui, sans parti pris, ont envisagé la question au point de vue purement anatomique.

Lorsque je commençai mes recherches optiques sur les poussières de l'air, je crus moi-même y voir multitude de variétés de formes et je les rapportai instinctivement à un nombre prodigieux de germes différents. C'est le propre des études microscopiques d'éblouir tout d'abord ceux qui sont peu familiarisés avec elles ; petit à petit, pourtant, les faits se coordonnent d'eux-mêmes et la réalité fait place aux premières illusions.

Ce qu'il est vrai de dire sur les poussières de l'air, c'est que les particules vivantes qui s'y trouvent associées, nombreuses sous le rapport de la masse, proviennent, au contraire, de sources relativement limitées.

Et d'abord, que renferme la faune des poussières aériennes ? Rien ou, tout au moins, peu de chose, et cette pénurie se concevra très-bien si l'on envisage avec quelque attention la nature propre des milieux et le mode de reproduction particuliers aux microzoaires.

Les granulations moléculaires d'origine animale surabondent, par contre, dans les couches les plus inférieures de l'atmosphère. C'est à ces corpuscules figurés que j'attribue l'origine des bacté-

(1) L. Pasteur, *Mémoire sur les corpuscules organisés de l'atmosphère* (*Ann. de chimie et de physique.* 3e série, t. LXIV, 1862).

(2) Ch. Robin, *Traité du microscope.* Paris, 1871, pages 528 et 822.

(3) L. Pasteur, *Ibid.*, *loc. cit.*

ries qu'on retrouve partout en quantité si prodigieuse, et j'ai dit ailleurs qu'il n'y aurait rien de surprenant que ces granulations primaires représentassent à elles seules les véritables agents de la contagion miasmatique. Je passe sur cette hypothèse et, faute d'expériences à l'appui, je la déclare purement gratuite.

La flore atmosphérique est riche de sporules vivifiantes, et cela n'a pas lieu d'étonner si l'on se reporte au mode ordinaire de reproduction de beaucoup de sous-organismes végétaux.

Les conidies diversement colorées des moisissures vulgaires ont la plus large place dans ce domaine errant, et il n'est pas rare de rencontrer à côté d'elles les spores de cryptogames d'un ordre beaucoup plus élevé.

Les conferves qui pullulent à la surface du globe se retrouvent fréquemment aussi dans les poussières de l'air, et de même que pour les mucédinées, leurs représentants habituels sont fournis par les espèces les plus communes.

Au milieu de ces dépouilles d'origine végétale, est-il permis au micrographe de discerner les granules bourgeonnants qui constituent pour le chimiste les ferments organisés proprement dits ?

Si l'observateur est consciencieux, il répondra non, et, pour ma part, j'avoue n'avoir jamais récolté *dans l'air en mouvement* une seule cellule qui me permît de dire qu'elle était le représentant non douteux d'une levûre ayant déjà accompli antérieurement sa mission de dédoublement sur une matière fermentescible quelconque.

Est-ce à dire pour cela que les ferments soient des créations spontanées ? Cette assertion serait-elle une preuve de la non-dissémination des germes par l'intermédiaire de l'air ? Non ; seule, l'interprétation des faits a été jusqu'ici mal fondée, et M. Pasteur lui-même, jusqu'en ces derniers temps, avait donné dans le piége.

On a pris trop peu en considération les conditions physiques auxquelles les êtres ferments devraient répondre dans la supposition prématurée de leur migration incessante dans l'océan gazeux qui nous entoure. Les corpuscules organisés, quelque ténus que les ait faits la nature, pour satisfaire à un déplacement mé-

canique facile, doivent être doués, en effet, par eux-mêmes, de deux qualités fondamentales.

La première, c'est le peu d'hygrométricité de leur tissu ; la seconde, c'est leur réductibilité en atomes impalpables sous les influences divisantes les plus légères. Or, je le demande, est-ce bien là le cas des ferments? Soumettons à une dessiccation artificielle, aussi bien conduite que possible, le sédiment qui constitue la levûre de bière, par exemple, et nous obtiendrons toujours une masse agglutinée que l'eau seule pourra rediviser; il en sera de même des autres ferments végétaux connus. Ceci étant bien établi, l'absence dans l'air des agents de la fermentation alcoolique des sucres, en particulier, nous apparaîtra donc comme une conséquence toute logique ; le contraire serait une anomalie flagrante aux lois de la nature.

M. Pasteur et, avant lui, d'autres expérimentateurs ayant prouvé, par des arguments péremptoires, que la cause initiale des fermentations résidait dans certains des éléments solides de l'air, comment ferons-nous donc pour sortir de cette impasse? Rien de plus simple. Mettons en jeu la mutabilité physiologique, prouvons même dans quelques cas indubitables la mutabilité morphogénique des germes microscopiques, et le problème sera résolu de la manière la plus heureuse.

Je ne reviendrai pas sur les preuves évidentes que j'ai données à l'appui de cette théorie dans le chapitre capital qui fit l'objet de ma première thèse (1). Dans le débat scientifique qui eut lieu, l'an dernier, au sein de l'Académie des sciences, entre M. Pasteur et M. Frémy (2), la mutabilité est sortie victorieuse des mains du chef de la panspermie française lui-même, et cette confirmation éclatante est devenue pour moi un sûr garant de la vérité. Avec quelque hésitation d'abord, avec plus de fermeté ensuite, M. Pasteur a pu affirmer que le germe du ferment était primordialement *moisissure*, et il s'est assuré plus tard que

(1) Voyez ma thèse sur les ferments organisés, de leur origine, etc., chap. III, pages 25 à 37, et l'extrait qui en a été donné par M. Bussy, dans le *Journal de pharmacie et de chimie*, 55e année, 4e série, t. X, 1869.

(2) Voyez les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1872.

les spores flottantes des mucédinées vulgaires, sevrées de l'oxygène atmosphérique, se métamorphosaient en *ferments* actifs et aptes à se reproduire d'une façon diversiforme sous l'influence prédisposante de milieux hétérogènes. J'avais deviné et démontré avant M. Pasteur cette double propriété de certains êtres cellulaires, et je pourrais, à la rigueur, peut-être, réclamer la priorité de certains faits avancés par cet illustre savant. Les questions de priorité, toutefois, sont choses toujours banales, et je me contenterai de déposer ici même mon premier travail, purement et simplement au nom de la science française.

Mais ce n'est pas tout. S'il est bien avéré que les sporules des mucédinées diverses qui papillonnent dans l'air et s'attachent temporairement aux corps qu'ils trouvent sur leur passage ; s'il est bien vrai, dis-je, que ces graines en miniature, déplacées de leur foyer originel, sont aptes à vivre en changeant ou non de forme, mais en marquant fatalement leur présence par des réactions physiologiques différentes de celles qu'elles ont à l'état normal, cette mutation vitale doit s'étendre encore à plusieurs des organismes qu'il est possible de recueillir dans l'air.

La nature procède par des voies de plus en plus simples, et si certains êtres dont le rôle exclusivement transformateur affectent à eux seuls tout entiers la forme d'une simple petite utricule, c'est, sans nul doute, afin de se plier plus aisément aux fonctions multiples que le Créateur, dans sa sagesse, leur a donné mission de remplir.

Deux méthodes également accessibles à l'expérience démontrent la mutabilité des germes microscopiques : la première c'est l'observation optique directe; la seconde, c'est le phénomène chimique. Je dois ajouter, pourtant, qu'il n'est pas facile de saisir dans tous les cas, sous le microscope lui-même, le travail de la morphogénie cellulaire. Si l'on songe que l'épreuve porte, en effet, sur une simple gouttelette liquide de 3 à 5 centigrammes, on comprendra sans peine que la molécule vivante, soumise à un tel *criterium* expérimental, soit sujette à éprouver souvent un temps d'arrêt dans sa transformation. Quelle que soit la difficulté de l'expérience, j'ai pu observer et suivre la mutabilité sur plusieurs

séminules récentes de mucédinées exosporées, et j'ai vu qu'en emprisonnant celles-ci sous une lamelle de verre en présence d'un peu de suc de raisin bouilli et filtré, j'ai vu, dis-je, ces séminules qui, dans l'air, se seraient développées en un mycélium rameux, donner alors les plus belles apparences de végétation bourgeonnante.

Les mêmes sporules, exemptes de tout organisme étranger, transportées dans des ballons à moitié pleins de liquides sucrés dont j'avais à l'avance assuré la stérilité par les procédés de M. Pasteur, ont développé dans ceux-ci des phénomènes de fermentation continue, et toutes les fois que j'ai opéré sur des liqueurs légèrement acides, j'ai obtenu la formation de levûre normale en même temps que le dégagement d'acide carbonique et production d'alcool.

Je regrette que le défaut de temps ne me permette pas d'entrer ici dans le détail des manipulations, mais j'espère les publier plus tard.

Ayant pratiqué, dans les mêmes circonstances, des ensemencements avec les spores du *Lycopodium clavatum*, avec celles de l'*Equisetum arvense*, avec celles, enfin, du *Lycoperdon verrucosum*, j'ai obtenu dans tous les cas encore, une fermentation alcoolique plus ou moins régulière.

Des faits non moins curieux de mutabilité m'ont été fournis par les cellules globuleuses d'un certain nombre d'algues d'ordre inférieur, et je citerai comme m'ayant montré sur la platine du microscope lui-même les plus beaux exemples de genèse intrazymique, le *Palmella cruenta* et le *Protococcus viridis* (*major*).

Ayant ensemencé tout dernièrement avec les cellules du *Protococcus pluvialis*, autrement dit *Hæmatococcus* (1), du suc de raisins blancs resté vierge de toute décomposition depuis cinq mois, j'ai obtenu au bout de quatre jours une fermentation énergique. Le sixième jour, je recueillais un gaz entièrement absorbable par

(1) Ayant quelque doute sur la nature vraie de ce proto-organisme singulier qu'on a rangé tour à tour parmi les Algues et parmi les Infusoires, je me suis éclairé auprès de M. Ch. Robin, dont le désintéressement ne m'a jamais fait défaut, en pareille circonstance, et ce savant a confirmé mon diagnostic premier.

la potasse, et, au bout de trois semaines, la température ambiante ayant été maintenue à 28 degrés centigr., je recueillis un vin de bon goût, titrant treize centièmes d'alcool absolu, et dépouillé de toute trace d'acide acétique. A l'ouverture du ballon, la levûre formée différait complétement de la levûre habituelle du raisin. La plupart des cellules rouges de la confervoïdée étaient décolorées. Presque toutes s'étaient étirées en énormes bourgeons moniliformes; d'autres affectaient l'allure de tubuli anostomosés à l'instar de certains vaisseaux laticifères; d'autres, enfin, simulant des grains d'une levûre du plus petit diamètre, paraissaient être dus à l'expansion des granules du plasma des grosses cellules voisines. Le sédiment verdâtre du *Leptothrix subtilissima* formé spontanément dans des flacons à eau distillée; diverses variétés de conferves raclées sur des murailles humides et appartenant aux genres *Ulothrix*, *Palmogloea*, *Schizogonium* et *Cylindrospermum* m'ont encore donné des phénomènes de fermentation non douteux.

La transformation de ces êtres rudimentaires en levûres hétéromorphes me paraît donc à peu près certaine, mais ayant entrepris ces dernières tentatives d'une façon tout incidente, je ne saurais, quant à présent du moins, en tirer aucune conséquence rigoureuse.

Quelque incomplètes que soient ces recherches, je crois n'être pas dans l'erreur en disant qu'elles confirment, simplifient et agrandissent tout à la fois le dogme panspermiste; elles me paraissent, d'autre part, contredire d'une façon formelle la théorie antiphysiologique de l'école allemande sur les fermentations.

Les beaux travaux de M. Pasteur ont conduit ce savant à admettre que les maladies des vins correspondaient chacune à l'évolution d'un ferment spécial, et l'on sait que le chauffage des boissons fermentées en vases clos a pour but d'annihiler précisément la vie de ces parasites microscopiques. Si l'on pénètre au fond des choses, il sera facile de se convaincre que la cause pathologique n'est ici qu'une variante de la mutabilité fonctionnelle des germes atmosphériques. Or, partant de ces données, je pense qu'un moyen efficace d'améliorer les vins et de faciliter leur conservation

ultérieure, serait d'ensemencer avec discernement, dès le début, les sucs naturels destinés à les fournir.

La fermentation du suc de raisins, celle du jus de pommes et autres fruits acidules et sucrés, livrées « au hasard des poussières atmosphériques », pour me servir d'une expression judicieuse de M. Frémy, me paraissent être effectivement l'œuvre d'une pratique peu sage.

Les germes apportés par l'air sur la pellicule extérieure des fruits sont de natures diverses, le plus simple examen microscopique le démontre, et chez tous, assurément, la somme d'activité vitale et la puissance transformatrice sont loin d'être les mêmes. Le moût de raisin, si bien préparé qu'il soit, représente donc, en somme, un champ abandonné aux caprices de la nature et, sur ce terrain vierge, l'ivraie peut croître aussi bien que le froment le plus pur.

Tous ceux qui se sont occupés de la culture des mycodermes (1) savent que pour arriver à ne faire végéter qu'une seule espèce de plante sur un sol déterminé, il est indispensable de le féconder tout d'abord avec des semences vigoureuses et choisies.

Par des semailles bien conduites, on arrive ainsi à arrêter la propagation d'organismes spontanés qui auraient pu, à l'origine, disputer la nourriture et la place à la graine privilégiée.

Ces faits sont connus, mais ils n'ont reçu, jusqu'à présent, aucune application industrielle.

Je le répète donc, cultiver la levûre du raisin, étudier par tâtonnement celle dont les résultats seraient les plus uniformes, récolter cette graine nouvelle comme on l'a fait inconsciemment d'abord pour la levûre de bière, et la faire servir à la confection de vins types, tel est un des artifices qui, brisant avec la routine des siècles, me paraîtrait empêcher avec efficacité la série des états morbides auxquels sont sujets, trop souvent, les liquides fermentés.

J'ignore si ces idées théoriques pourraient trouver écho dans la pratique ; j'ai le pressentiment, toutefois, qu'elles auraient quelque chance d'y réussir.

(1) L. Pasteur, Duclaux, Van Tieghem, Jules Raulin *et cœteri*.

RECHERCHES

SUR L'ARGYRIE

Par M. HUET (1)

PLANCHE XIV

Nous conservons le nom d'*argyrie* consacré depuis longtemps par les dermatologistes (2) pour désigner l'ensemble des lésions causées au sein de l'économie, par les dépôts d'argent métallique, qu'on observe à la suite de l'absorption des sels d'argent. Nos recherches se distinguent des travaux antérieurs sur le même sujet par la longue durée des expériences que nous avons instituées. Jusqu'ici, en effet, en dehors de quelques autopsies faites avec soin, celle de Fromman en particulier (3), nous n'avions sur ce sujet que des expériences de trop peu de durée, consistant soit à pratiquer des injections d'une solution d'argent dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit à faire prendre par l'estomac jusqu'à *intoxication*, pendant quelques jours, de fortes doses d'un sel de ce métal.

Nous avons procédé d'une autre façon, cherchant à nous rapprocher autant que possible des conditions dans lesquelles se trouve l'homme soumis à un long traitement par les sels d'argent.

C'est encore pour nous écarter le moins possible de ces conditions que nous avons employé uniquement parmi ces sels le nitrate d'argent, bien que celui-ci se transforme immédiatement dans l'estomac en chlorure, qui est absorbé ensuite à l'état d'al-

(1) Les recherches consignées dans ce travail ont été faites dans le laboratoire d'histologie zoologique de l'École des hautes études.

(2) Fuchs, dans *Traité des maladies de la peau*, Göttingue, 1840, emploie le premier le mot Argyrie qu'il applique à sa huitième espèce. Fromman l'a repris. Nous préférons ce nom à celui d'*Argentosis* donné par W. Bery.

(3) *Arch. de Virchow.*

buminate (*Fromman*), et de chlorure double de sodium et d'argent, tous deux solubles (1). Aussi M. Mourier a-t-il pu dire dans sa thèse, 1871 : « Donner du nitrate d'argent, c'est donner du chlorure d'argent. »

Les animaux mis en expérience ont été au nombre de quatre : un rat blanc et trois rats pies. Ces rongeurs sont faciles à nourrir et à garder. L'espace nous manquait pour faire une expérience de longue haleine sur des animaux de plus grande dimension comme le chien. Les cobayes nous ont paru n'offrir qu'une trop faible résistance à l'action du nitrate : ils mouraient en quelques jours.

Le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêté, après quelques tâtonnements plus ou [redacted] de succès, a été le suivant :

Nous nourrissions nos [redacted] avec de la [redacted] pain, saupoudrée d'un mélange de poudre [redacted] sucre et de nitrate [redacted] pulvérisé. Nous avions voulu [redacted] faire absorber par [redacted] dose dé[redacted]erminée de nitrate [redacted] réparti dans des [redacted] nous [redacted] dû renonce[redacted] à administrer ce sel avec cette [redacted]. En effet, la [redacted] désagréable du nitrate d'argent, [redacted] par le sucre, se faisait sentir d'une façon [redacted] les rats ne prissent souvent leur nourriture que longtemps après qu'elle leur avait été donnée, de telle sorte qu'une portion de l'argent se réduisait. D'ailleurs ils apprirent bien vite à enlever avec leurs pattes une partie du mélange de poudre de sucre et de nitrate d'argent plus ou moins bien incorporé à la mie de pain. Il a donc été impossible de déterminer d'une façon même approximative quelle quantité de nitrate d'argent était absorbée par les animaux mis en expérience. Qu'il nous suffise de dire que toute la nourriture prise par eux a toujours été mélangée d'une certaine proportion de sel argentique ; que celle-ci n'a pas cessé d'être au moins de 1 ou 2 milligrammes par jour et par ration, et que plus tard, quand les animaux semblèrent s'habituer

(1) Les substances colorantes non solubles passent en totalité à travers le tube digestif qui n'en absorbe aucune portion et les restitue en nature dans les fèces. Nous nous en sommes convaincu en faisant prendre à un rat pendant un mois et quelques jours du pain mouillé et imbibé d'outremer.

à ce régime, nous avons augmenté cette dose, elle a dû en conséquence se trouver portée jusqu'à 5 ou 6 milligrammes.

L'expérience ainsi constituée a été poursuivie chez un premier animal pendant *quatre mois*, chez un second pendant *six mois*, chez deux autres pendant *plus d'une année.*

L'ingestion de l'argent ne semble avoir exercé aucune influence ni sur la vigueur, ni sur la vivacité des animaux. Le premier est mort par accident, le second est mort d'une bronchopneumonie qui ne paraît nullement avoir été due à l'usage de l'argent. Enfin, des deux autres, l'un fut tué par nous, après un an ; l'autre, qui prenait du nitrate d'argent depuis quatorze mois, fut trouvé un matin mourant dans sa cage, il présentait quelques faibles mouvements convulsifs, et il était fortement cyanosé. Toutefois l'examen comparatif de ses organes avec ceux du précédent ne put pas nous indiquer la cause de sa mort, et rien ne nous permit de croire que ce fût là un effet produit par l'ingestion du nitrate d'argent. Les animaux, soigneusement ouverts, ont été placés dans l'alcool et conservés dans des flacons bouchés où le liquide a été plusieurs fois renouvelé.

Les réactifs que nous avons mis en usage pour déterminer la nature des dépôts noirs et grenus observés dans différents organes a toujours été le cyanure de potassium. Au simple aspect, en effet, les granulations argentiques ne se distinguent pas d'une manière suffisamment nette de certaines variétés de granulations mélaniques. Subsidiairement au cyanure de potassium, nous avons employé l'acide acétique, qui décolore les imprégnations d'argent et qui semble être un adjuvant du précédent réactif. Nous avons employé aussi l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et l'acide azotique. Comme contre-épreuve, certaines préparations ont été soumises à l'action d'agents destructeurs des pigments mélaniques, la potasse et la soude caustiques, et l'eau oxygénée (G. Pouchet). Pour éviter toute cause d'erreur, ces différents essais ont été répétés pour chaque organe, soit sur des coupes déjà étudiées au microscope, soit sur des coupes contiguës à celles que nous examinions.

Nous allons passer successivement en revue les différentes par-

ties de l'économie, les tissus et les organes dans lesquels nous avons cherché et trouvé des dépôts d'argent.

1° SANG.

Les leucocytes jouissent de la propriété d'englober des substances colorantes, le cinnabre, le bleu d'aniline qu'ils transportent ensuite dans toutes les parties de l'économie (voy. Hoffmann et Langerhaus, *Archives de Virchow*, t. XLVIII; Cohnheim, *ibid.*, t. XL, et Recklinghausen, *Centralblatt;* nous devions donc d'abord examiner le sang.

Trois essais nous ont donné des résultats négatifs, et dans aucun cas le sang recueilli à la périphérie (pattes, oreilles) ne nous a paru contenir de leucocytes englobant des granulations colorées que l'on pût rapprocher des grains d'argent réduit.

Ajoutons toutefois que cette recherche n'a été faite que sur des animaux à jeun depuis la veille, et que la petite quantité d'argent précédemment absorbée avait déjà pu se fixer dans les lieux d'élection.

2° PEAU.

Swediaur semble être le premier qui ait observé la teinte ardoisée de la peau à la suite de l'absorption du nitrate d'argent. Il donne l'observation d'un pasteur protestant des environs de Hambourg; Fourcroy vint ensuite, puis Rayer, Orfila, Brandes, Krahmer, Van Geuns, Fromman, Charcot, Ball, Vulpian, Liouville et d'autres encore qu'il serait trop long d'énumérer, ces faits étant devenus en quelque sorte vulgaires. Sur les rats, nous n'avons trouvé rien de semblable. Nous n'avons observé ni sur les parties de la peau qui sont garnies de poil, ni sur celles qui en sont dépourvues, de changement appréciable dans la coloration.

Ce fait concorde avec ceux obtenus précédemment par MM. Ball et Charcot, qui ont donné quotidiennement 10 centigrammes de nitrate d'argent à un chien pendant dix-huit mois, sans observer aucun changement de coloration (voy. Mourier, Thèse 1871, p. 29).

Disons toutefois que les yeux du rat albinos semblèrent avoir

perdu de leur limpidité, qu'ils devinrent d'un rouge plus sombre et plus terne, sans cependant que l'examen microscopique ultérieur nous ait donné l'explication des causes qui avaient pu amener ce changement de coloration.

Nous n'avons point rencontré non plus les plaques ardoisées signalées par Duguet sur la muqueuse buccale, ni le liséré gingival.

Des coupes faites sur plusieurs points du tégument, sur la peau du museau, sur celle des pattes et des oreilles, ne nous ont également rien donné.

Nous n'avons pas trouvé d'argent ni de coloration argentique quelconque, soit dans les follicules sébacés, soit dans les glandes sudoripares, faits en opposition avec ceux observés sur l'homme par Van Geuns et par Fromman. Nous n'en trouvâmes pas davantage dans les follicules pileux. En quelques points, aux oreilles principalement, nous avions rencontré, au voisinage de chromoblastes de dimensions variées, des granulations qui pouvaient inspirer quelques doutes. Mais leur résistance au cyanure de potassium et leur disparition par l'action de l'eau oxygénée nous prouvèrent bientôt que nous avions affaire à toute autre chose qu'à de l'argent, probablement à du pigment mélanique qu'on trouve d'ailleurs presque toujours en granulations isolées dans le voisinage des éléments figurés qui en contiennent.

3° PÉRITOINE ET INTESTIN.

Avant d'aborder l'étude des lésions du péritoine et de l'intestin, nous croyons qu'il est utile de décrire, au moins d'une façon succincte, la disposition des organes abdominaux chez le rat. Le péritoine de cet animal et celui de l'homme présentent, en effet, des différences assez sensibles et qu'il importe de noter ici pour l'intelligence de ce qui suivra.

En allant de haut en bas, nous trouvons entre le diaphragme et l'estomac le foie, proportionnellement très-volumineux, divisé en six lobes, dont les quatre supérieurs sont à peu près égaux et symétriques, ceux de droite cependant un peu plus gros

que ceux de gauche. Plus bas, cette symétrie cesse : en effet, les deux lobes inférieurs, le cinquième et le sixième, sont situés, le *premier* tout à fait à droite derrière le duodénum et le mésentère qui s'y attache ; le *second*, plus petit, s'insinue sur la ligne médiane, derrière l'estomac, de telle sorte que lorsqu'on relève cet organe pour mieux voir les rapports qu'il affecte avec les appareils voisins, on retrouve ce lobe sous la petite courbure, tout près de la rate à laquelle il est presque contigu.

L'estomac n'offre rien de particulier ni au point de vue de sa forme très-analogue à celle de l'estomac de l'homme, ni au point de vue du sujet que nous traitons.

La rate, au lieu d'être ovoïde et globuleuse, est très-allongée, dirigée d'arrière en avant, depuis la colonne vertébrale qu'elle touche par son extrémité postérieure jusqu'à la région épigastrique avec laquelle elle se trouve presque en contact par son extrémité antérieure, laquelle est légèrement recourbée en dedans. Son bord supérieur et son bord inférieur sont tranchants ; son hile a l'aspect d'une crête plus mousse que les bords, mais assez saillante et regardant, comme la face à laquelle elle appartient, en dedans et à droite, de telle sorte qu'une coupe transversale de l'organe représente une figure triangulaire très-surbaissée, la base répondant à la face externe de la rate, le sommet à son hile.

Pour ce qui est du duodénum, nous désignerons sous ce nom la première circonvolution de l'intestin grêle, qui, partant du pylore, décrit une courbe à convexité externe tournée à droite, puis revient à la ligne médiane après un trajet variant de 6 à 8 centimètres selon la grosseur de l'animal, et se continue avec d'autres circonvolutions intestinales qui représentent le jéjunum et l'iléon.

Ces données étant établies, nous pouvons passer à la description du péritoine.

Les rapports de cette membrane avec le foie et avec le duodénum n'offrent rien de particulier. Elle se comporte à leur égard chez le rat comme chez l'homme, elle les enveloppe de toutes parts, pénètre dans les scissures qui séparent les lobes du foie ;

enfin, comme chez l'homme encore, elle forme entre le diaphragme et le foie un ligament falciforme, et sur les côtés des ligaments coronaires. Mais il y a une disposition toute spéciale entre l'estomac, la rate et la ligne d'insertion du mésentère à la colonne vertébrale. Du bord supérieur de la rate se détache un repli péritonéal, l'*épiploon gastro-splénique :* il est formé d'un réseau de fibres lamineuses ne constituant pas une membrane continue, mais plutôt une sorte de filet à mailles lâches, mesurant près de 1/2 millimètre de diamètre, entre la rate et l'estomac.

Cette membrane, dirigée de bas en haut et d'arrière en avant, s'attache en haut sur la grande courbure de l'estomac dans la portion qui correspond à la grosse tubérosité.

Si nous dépassons l'extrémité antérieure de la rate, nous voyons cet épiploon se continuer librement et pendre comme un voile en avant des circonvolutions supérieures de l'intestin qu'il sépare de la paroi abdominale. Il semble donc jouer là le rôle de grand épiploon. En effet, inséré supérieurement à la grande courbure de l'estomac dans la région de la petite tubérosité, il descend d'abord perpendiculairement, puis après un trajet de 4 centim. environ, se réfléchit sur lui-même, formant ainsi un feuillet antérieur et un feuillet postérieur; celui-ci remonte derrière le précédent, se rétrécit et va se confondre avec la masse commune du mésentère en se continuant par son bord droit d'une part avec le mésentère du duodénum, et par son bord gauche avec un repli péritonéal qui s'attache au hile de la rate et contient dans son épaisseur les vaisseaux spléniques. En ce point, la graisse s'accumule toujours d'une façon très-sensible et forme une sorte d'épais matelas entre le duodénum, l'estomac et la rate. Quant aux replis péritonéaux qui recouvrent cette dernière, ils se réunissent à son extrémité postérieure et vont se continuer avec le péritoine qui tapisse la paroi postérieure de la cavité abdominale.

L'anatomie descriptive du reste de l'abdomen n'offrant aucun intérêt au point de vue où nous nous sommes placé, et n'ayant aucun rapport avec le sujet que nous traitons, nous arrêterons ici ces quelques considérations que nous croyons indispensables pour l'intelligence de ce qui va suivre.

Lorsque nous avons ouvert la cavité abdominale des animaux mis en expérience, nous avons été frappé tout de suite par la coloration ardoisée, presque noire, à reflets verdâtres de certaines portions du mésentère : coloration d'autant plus saisissante qu'elle s'arrête brusquement, à un certain niveau, sur cette membrane dont le reste offre l'aspect blanc habituel qu'elle doit aux cellules adipeuses (fig. 3). — A l'œil nu, cette coloration n'est accompagnée d'aucun changement de structure dans la région dont nous parlons. La membrane péritonéale n'a augmenté ni d'épaisseur ni de volume, et à part sa couleur plus foncée, elle est parfaitement intacte.

Cette coloration est surtout accusée dans la graisse qui s'accumule le long des gros vaisseaux. Chaque pannicule graisseux est limité par un espace plus clair, dans lequel on rencontre des vaisseaux de second ordre.

Les espaces qui s'étendent entre les grandes arcades vasculaires, malgré la minceur extrême de la membrane qui les occupe, ont subi un changement de couleur très-apparent, mais plus manifeste à la lumière réfléchie que lorsqu'on regarde par transparence.

Cet aspect s'est trouvé *identiquement le même* chez trois (sur quatre) des rats que nous avons examinés. Le quatrième, nous l'avons dit plus haut, n'avait pris de nitrate d'argent que pendant quatre mois seulement. La concordance du phénomène chez les trois autres autorise à penser que chez le dernier la coloration n'a manqué que parce qu'elle n'avait pas eu le temps de se produire.

Les portions qui ont subi cette modification sont d'abord le mésentère duodénal dans toute son étendue, depuis le pylore où la coloration ardoisée commence brusquement, jusqu'au jéjunum où elle cesse tout à coup sans transition aucune : le mésentère qui lui fait suite est complétement blanc.

Le duodénum lui-même a une légère teinte ardoisée ou grisâtre, beaucoup moins prononcée il est vrai, mais très-visible cependant, si on le compare à l'estomac et aux autres parties de l'intestin.

Faisant suite au mésentère duodénal et colorée comme lui, nous trouvons, sur la ligne médiane, la partie supérieure du feuillet postérieur ou réfléchi, que nous avons décrit plus haut comme répondant au grand épiploon ; plus à gauche et continu avec lui, le repli triangulaire qui s'insère à tout le hile de la rate et qui lui apporte les vaisseaux spléniques offre également la même coloration.

Cette localisation si tranchée et si remarquable est due sans doute à une particularié de circulation lymphatique ou sanguine, particularité spéciale aux animaux sur lesquels nous avons expérimenté. Des recherches d'anatomie comparée que nous n'avons pas eu le loisir d'entreprendre, les eussent sans nul doute mises en évidence. Nous nous bornons ici à constater un fait qui s'est présenté à nous trois fois, sans rechercher quelle voie suit l'argent (car c'est à l'argent qu'est due cette coloration) pour se répandre dans ces parties si bien limitées du mésentère (1).

Si l'on examine au microscope un morceau de péritoine choisi de préférence au point limite des deux colorations, de manière à avoir dans la même préparation une portion noire et une portion blanche, on aura un terme de comparaison qui facilitera l'étude. Voici ce que l'on observe :

Dans la portion noire ardoisée, il est manifeste que la coloration n'est pas diffuse, mais qu'elle est due à de petits grains, les uns sans diamètre mesurable, les autres ovoïdes ou arrondis, ayant quelquefois un diamètre de 3 μ, mais restant le plus souvent au-dessous de 1 μ. Ils sont en général noirs à un faible grossissement. Les plus gros sont rouges sur leurs bords, opaques et noirs à leur centre. Si l'on examine les autres, soit avec le 7 de Verick, soit avec le 7 à immersion de Nachet, ils laissent voir un centre rougeâtre entouré d'un étroit contour noir, ce qui est dû probablement à un phénomène de diffraction (fig. 5).

Ces grains se rencontrent principalement dans le tissu adipeux du péritoine qui avoisine les vaisseaux. On les trouve aussi en

(1) Nous pouvons ajouter que lorsqu'on tue un rat par suffocation, ces mêmes parties du péritoine sont fortement congestionnées et colorées en rouge brun par un afflux sanguin très-caractérisé.

grande abondance dans cette sorte de matelas graisseux que nous avons décrit en haut du feuillet réfléchi du grand épiploon entre l'estomac, le duodénum et la rate.

A un faible grossissement, vus dans le champ du microscope, ils occupent les intervalles compris entre les vésicules adipeuses et forment de petits amas anguleux dans les espaces à bords courbes que limitent ces éléments. Mais à un grossissement plus élevé, 850 à 900 diamètres, on les voit rangés en séries régulières le long des capillaires sanguins, surtout aux points où ceux-ci s'anastomosent pour former autour des vésicules adipeuses un réseau à mailles polygonales. On en voit aussi le long de vaisseaux plus volumineux appartenant aux capillaires du second ordre (fig. 4).

Dans la partie du mésentère plus éloignée des vaisseaux et non chargée de graisse, on remarque la même distribution des particules colorantes. Elles sont distribuées, comme dans le cas précédent, en dehors des capillaires sanguins, comme si elles en étaient sorties par une espèce de *diapédèse*. Ajoutons qu'elles ne paraissent renfermées dans aucun élément figuré et qu'elles sont au contraire disséminées à l'état de corps étrangers dans la trame du tissu et particulièrement dans les interstices des fibres lamineuses dont elles suivent la direction. Dans d'autres points, il y a une sorte d'imprégnation générale qui donne au tissu une teinte jaune brun ; enfin parfois le réseau des fibres élastiques (en particulier quand la préparation est mal tendue) peut simuler grossièrement les tracés polygonaux que donne l'argent réduit à la suite d'une imprégnation directe de l'épithélium péritonéal (1).

L'intestin présente une coloration non moins intéressante : tandis que le jéjunum, l'iléon et le gros intestin sont complétement exempts de coloration anormale, le duodénum offre à l'extérieur une couleur grisâtre assez nette. Mais à l'intérieur cette colora-

(1) On pourrait, à ce propos, se demander si la précipitation plus abondante du nitrate d'argent à la limite des éléments n'est pas due à un phénomène électro-capillaire plutôt qu'à l'existence d'un ciment intercellulaire que personne n'a pu isoler jusqu'ici. M. Becquerel a montré en effet que les fissures jouissent par elles-mêmes de la propriété de réduire les sels métalliques.

tion est beaucoup plus prononcée. On voit sur le fond blanc de la tunique intestinale se détacher les villosités nettement colorées en noir, surtout à leur extrémité libre. Celles-ci donnent à l'intestin, vu à distance, une couleur générale ardoisée, et de près, un aspect moucheté tout spécial. Chaque villosité forme un relief de couleur foncée, tandis qu'à leur base la tunique intestinale incolore dessine un réseau à mailles étroites qui les enlace.

Les lavages dans l'eau ne font pas disparaître cette coloration, ils l'accentuent, au contraire, en enlevant tous les débris de substances alimentaires qui resteraient attachées à l'intestin. Elle ne dépasse pas le duodénum, elle commence brusquement au pylore, elle cesse de même avec le jéjunum. Elle s'étend donc précisément à toute la portion de l'intestin où s'insère la partie de mésentère sur laquelle nous avons constaté la coloration ardoisée.

Ayant fait des coupes fines du duodénum, en prenant les précautions nécessaires pour ne pas enlever l'épithélium, voici ce que nous avons trouvé :

L'épithélium est tout à fait normal ; en aucun point nous n'avons remarqué, soit dans l'intérieur de ses éléments, soit entre eux, de granulations colorées. Les villosités, au contraire, en renferment un nombre considérable. Ce sont des grains noirâtres offrant tous les caractères que nous avons déjà signalés et sur lesquels nous ne reviendrons pas.

Ils sont toujours beaucoup plus nombreux vers l'extrémité libre des villosités que vers leur base. Dans les grosses villosités, en dehors de ceux qui sont disséminés dans tout le chorion, il en est qui s'agglomèrent pour former deux ou trois amas d'un noir foncé, mais toujours à la périphérie de la villosité. Dans les villosités les plus fines, ils forment une bandelette noire qui va en se fondant du sommet à la base (fig. 1).

A partir de ce point, ils deviennent de plus en plus rares ; cependant on en suit quelques traînées jusque dans le tissu cellulaire sous-muqueux, où ils sont également rares et disséminés d'une façon très-irrégulière.

4° GLANDES LYMPHATIQUES.

Les glandes lymphatiques qui correspondent aux parties du péritoine et de l'intestin que nous venons de décrire, et celles qui sont situées plus haut dans le hile du foie autour de la veine porte, sont plus volumineuses qu'à l'état normal, ce qui semble indiquer un état pathologique, et contiennent également des granulations noires que l'examen chimique au moyen du cyanure de potassium nous a prouvé être de l'argent.

Sur les animaux soumis plus de six mois au régime argentique, ces granulations sont en nombre tel que l'organe, à la coupe, paraît entièrement noir. Au microscope, on ne distingue aucune distribution des grains argentiques correspondant à la texture de l'organe. On voit seulement qu'il existe une couche plus noire au-dessous de la capsule qui enveloppe la glande. Vers le centre, les grains noirs sont aussi plus pressés au voisinage du hile.

Entre ces deux points, des grains volumineux se détachent sur un fond jaune brun très-foncé, dû, selon toute apparence, à un état pathologique de l'organe.

Mais si nous étudions un animal soumis au régime argentique pendant quatre mois seulement, les résultats obtenus sont plus intéressants (fig. 2).

La glande n'est pas encore complétement infiltrée ou même altérée par la matière colorante qui occupe, au contraire, des points très-bien limités. Ce sont les espaces réticulés qui limitent et circonscrivent les follicules glandulaires. Ceux-ci, vus à un faible grossissement, paraissent dans le champ du microscope entourés d'une zone plus foncée sur laquelle ils se détachent avec netteté. A un grossissement plus considérable, les granulations d'argent se montrent réunies en petites masses à peu près sphériques, quelquefois plus longues que larges, mesurant de 6 à 8 μ. Cette distribution est tellement régulière qu'on doit supposer qu'elles sont contenues dans des éléments anatomiques, peut-être dans des leucocytes, si l'on admet que ceux-ci remplissent les espaces lacunaires des glandes lymphatiques. Dans la partie

folliculaire, au contraire, les éléments nucléaires que l'on distingue parfaitement dans les préparations, sont indemnes de toute granulation colorée. Il en est ainsi au voisinage du hile aussi bien qu'au voisinage des points de la périphérie qui reçoivent les vaisseaux afférents. Il paraît donc, si nous comparons ces résultats à ceux que nous donnent ces mêmes organes chez des animaux soumis six mois et plus à l'action du nitrate d'argent, que la pénétration de ce métal ne se fait que progressivement, et que peut-être, poussée jusqu'à un certain point, elle peut provoquer une profonde altération des glandes.

5° RATE.

Avant de passer à l'examen microscopique, nous croyons devoir signaler une particularité que présente la rate chez l'espèce animale qui a servi à nos expériences. En pratiquant des coupes sur l'organe placé dans l'alcool après la mort par hémorrhagie, on distingue deux substances se présentant, dans leur disposition réciproque, à peu près comme les couleurs alternativement claires et foncées de la noix muscade.

Les espaces clairs sont souvent circulaires, mais ils peuvent être également ovoïdes ou s'étendre comme une traînée irrégulière. Cette dernière particularité permet dès l'abord de ne pas les confondre avec des corpuscules de Malpighi.

Quand on examine au microscope des coupes minces de l'organe, on voit que le centre de ces parties claires est occupé par des vaisseaux de 40 à 50 de diamètre environ, et qu'elles offrent elles-mêmes une disposition spéciale du tissu splénique autour de ces vaisseaux. Ils sont béants et présentent des fibres musculaires circulaires dont on distingue les noyaux, lesquels ne paraissent point faire saillie dans la lumière du vaisseau. Autour de sa paroi, les lacunes spléniques sont disposées circulairement, s'enveloppant les unes les autres, décrivant chacune un quart ou un tiers de circonférence. Sur des rates préparées dans la liqueur de Müller et imbibées de carmin, ces lacunes spléniques n'offrent de particulier que leur disposition, elles sont seulement plus

petites que dans le reste de l'organe, mais paraissent formées et remplies par les mêmes éléments. — Sur les rates des animaux que nous avons mis en expérience, ces zones périvasculaires, toujours parfaitement reconnaissables, nous ont offert un double caractère. Dans certains cas, les préparations ayant été successivement traitées par l'alcool et la résine dammar, ces lacunes vasculaires se sont montrées *absolument vides*. On n'y distingue que les parois lamineuses sans éléments interposés, mais ayant conservé leurs distances réciproques. Sur d'autres préparations, au contraire, du même organe et traitées comme les précédentes, nous avons trouvé ces lacunes disposées de même, partout remplies d'éléments incolores, probablement des leucocytes. Ajoutons tout de suite que ces régions périvasculaires se sont montrées dans l'un et l'autre cas absolument dépourvues de nitrate d'argent.

Le reste de l'organe, c'est-à-dire la portion brune de la rate, est, au contraire, rempli de granulations d'argent :

Les unes, à peine mesurables, sont rangées sur les fibres lamineuses très-fines dont l'entrecroisement et les anastomoses forment la charpente du tissu splénique ; les autres, plus volumineuses, sont réunies en petits amas sphériques et paraissent être contenues dans des éléments cellulaires volumineux. Sur quelques-uns de ces éléments encore distincts, il est même possible de distinguer le noyau au milieu des granulations d'argent qui l'entourent. Ces éléments sont probablement les grandes cellules, la boue splénique, auxquelles les anatomistes attribuent la propriété d'avoir des mouvements amiboïdes.

Si l'on traite une de ces préparations de la rate par le cyanure de potassium, une décoloration rapide, mais non complète, se produit en quelques minutes. Et si l'on porte de nouveau la préparation sur la platine du microscope, on ne trouve plus de granulations ayant les caractères de l'argent réduit, mais une substance d'un noir mat, très-analogue à du charbon ou à de la matière mélanique, et des masses brun rouge mal limitées, réparties très-irrégulièrement dans l'intérieur de l'organe.

6° FOIE.

Le foie, chez les animaux que nous avons mis en expérience, était en général volumineux, congestionné d'une façon très-irrégulière, de telle sorte que certains des lobes nombreux dans lesquels il se divise chez le rat, étaient d'un rouge foncé, presque noir, tandis que d'autres à côté offraient seulement un piqueté noirâtre sur fond plus clair, en un mot, l'aspect muscade. Cet état était plus ou moins caractérisé, suivant la méthode employée pour sacrifier l'animal; on comprend, en effet, que la mort par hémorrhagie modifie l'aspect de l'organe. Le tissu était friable, et sur les coupes faites selon différentes directions, on distinguait tout de suite, sur le fond brun rouge de la préparation, de petites arborisations noirâtres qui formaient autour des acini du foie une bordure irrégulièrement polygonale. Si l'on examine la coupe avec plus d'attention et surtout avec une loupe, on aperçoit au milieu de chaque acinus (coupé perpendiculairement à la direction de la veine sushépatique) un point noir qui correspond à la coupe du vaisseau central.

Les figures étoilées que l'on remarque au nombre de trois ou quatre à la périphérie de chaque acinus, montrent d'autre part que les ramifications de la veine porte sont argentées. Si nous examinons au microscope, à un faible grossissement, et dans la glycérine, une coupe fine durcie préalablement dans l'alcool, on voit en effet se confirmer les résultats observés par Frommann dans ce cas d'argyrie que nous avons déjà eu l'occasion de citer. « On voit, dit-il, de nombreux points noirs au milieu de chaque acinus répondant à la veine centrale et formant une bordure noire autour de la lumière du vaisseau coupé. A la périphérie, on voit également le trait noir formé par de petites branches de la veine porte et de la veine sushépatique parallèles à la coupe. » Ces branches se présentent quelquefois comme de courtes lignes foncées, mais plus souvent on peut les suivre dans une partie plus grande de leur parcours, et les voir se bifurquer en donnant naissance aux figures étoilées dont nous avons parlé plus haut.

L'argent qui leur donne cette teinte noire et qui permet de les distinguer à l'œil nu ou à la loupe, est réparti en grains assez fins le long des vaisseaux et réuni en amas plus considérables aux points où ils se bifurquent. Là, en effet, il s'accumule en masses assez volumineuses. Dans ce cas, il est toujours situé en dehors des vaisseaux. Plus fin, au contraire, il semble être souvent contenu dans leur épaisseur, quoiqu'on le voie aussi en dehors d'eux dans le tissu lamineux qui leur est contigu et qu'il se propage ainsi par traînées jusqu'entre les cellules hépatiques du voisinage.

Fromman déclare, et il insiste sur ce point, que nulle part l'argent réduit ne se dépose autour des capillaires qui convergent des branches de la veine porte à la veine centrale de l'acinus. Nous n'en avons pas trouvé, en effet, sur les préparations placées dans la glycérine ; mais il en est autrement de celles que nous avons éclaircies au moyen de l'alcool absolu et de la térébenthine et que nous avons placées ensuite, soit dans le baume de Canada, soit dans la résine de dammar. Avec ce procédé, aucun doute n'est possible. Tous les capillaires, en effet, sont saupoudrés en quelque sorte de petits grains noirs offrant tous les caractères optiques de l'argent réduit, et de plus décolorables en quelques minutes par le cyanure de potassium, mais résistant à l'action prolongée de l'eau oxygénée.

Le dépôt d'argent s'étend donc en réalité dans tout le réseau capillaire qui enveloppe dans ses mailles les cellules hépatiques. L'imprégnation n'est pas égale partout, mais elle est partout évidente. Elle forme à travers l'organe entier un inextricable réseau au milieu duquel on distingue de distance en distance des points noirs entourant la lumière de vaisseaux capillaires coupés transversalement et dont la direction est perpendiculaire au plan de la préparation.

Contrairement aux conclusions de Frommann, nous devons donc admettre que le foie se comporte comme tous les organes que nous avons examinés jusqu'ici, c'est-à-dire que c'est non-seulement dans les veinules et les artérioles, mais aussi dans les capillaires

que nous rencontrons le dépôt d'argent réduit. L'examen du rein nous donnera des résultats un peu différents.

Nous devons, toutefois, insister sur l'accumulation de l'argent au confluent des veinules aussi bien que des artérioles. L'accumulation du dépôt au voisinage de chaque branchement de petite canalisation sanguine est trop marquée pour n'être point due à une cause générale. Il est toutefois bien difficile de formuler sur celle-ci une opinion. Se fait-il en ces points une sorte de remous favorable au passage de l'argent à travers les parois du vaisseau? Nous ne saurions le dire, et nous avons voulu montrer seulement qu'il y a là une action encore complétement inconnue, tenant à quelque particularité fonctionnelle plutôt qu'anatomique.

7° REINS.

Les reins ont leur volume, leur consistance et leur coloration normales. Chez aucun des animaux soumis à notre observation, nous n'avons trouvé les caractères de la néphrite. Mais sur les coupes faites dans différentes directions nous avons toujours remarqué, et cela très-nettement, des points noirs ardoisés disposés en séries linéaires et toujours dans une direction allant de la périphérie de l'organe vers son centre. Ces points, occupant tous la substance corticale, sont les glomérules de Malpighi, ainsi que l'examen microscopique le démontre.

La substance médullaire, dans sa plus grande étendue, n'a subi aucune modification de coloration, tandis que les papilles offrent une couleur jaune brunâtre assez foncée et sont sillonnées de petites lignes fines plus noires, parallèles aux conduits urinifères. L'examen microscopique confirme les résultats obtenus avec la loupe ou à l'œil nu. Les glomérules de Malpighi sont fortement teintés en jaune brun, mais leur coloration n'est pas, comme dans les organes que nous avons étudiés jusqu'ici, produite par des granulations mesurables. Elle est au contraire diffuse; les capillaires du glomérule ont une coloration jaune clair plus foncée sur leurs bords, de telle sorte que les circonvolutions se dessinent très-nettement sur la préparation.

Les enveloppes des glomérules et les tubuli qui s'en détachent sont indemnes de tout changement de couleur aussi bien dans la substance corticale que dans le centre de la substance médullaire. Il en est de même des vaisseaux du rein, aussi bien des ramifications volumineuses de l'artère rénale que des vaisseaux afférents et efférents des glomérules; seul, le pelotonnement vasculaire qui constitue ceux-ci est imprégné.

Ajoutons même que, pris d'un doute en présence de ce mode de coloration qui était tout à fait en dehors des faits que nous avions observés jusqu'alors, nous avons eu recours au cyanure de potassium : une décoloration rapide s'est produite immédiatement. Les glomérules de Malpighi sont encore restés cependant visibles à l'œil nu; mais au microscope ils ne se distinguaient plus que par leur forme; leur couleur était exactement la même que celle des canalicules urinifères qui les environnaient.

Sur l'extrémité des *papilles* se trouve une coloration jaune brun disposée, comme nous l'avons dit, en lignes parallèles aux conduits urinifères. Elle est constituée par une imprégnation diffuse et par des granulations extrêmement fines à peine mesurables, même avec un grossissement de 850 à 900 diamètres, qui sont réparties le long des tubes urinifères. Les tubes de Henle eux-mêmes sont recouverts de ces grains noirâtres, fait d'autant plus remarquable que leur partie récurrente, quand elle sort de la papille pour remonter vers la périphérie de l'organe, est dépourvue de toute coloration. On ne doit pas oublier toutefois que la structure de ces conduits dans les deux régions n'est pas identique.

Le dépôt d'argent est plus prononcé vers le centre de la papille que sur ses bords. Il va en disparaissant quand il se rapproche de son sommet, et s'atténue de même quand on remonte dans la substance tubuleuse. Les coupes transversales faites en ce point sont très-intéressantes, et nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter à Frommann sa description : « Autour de chaque canalicule urinifère apparaît un anneau noir plus ou moins prononcé. De cet anneau partent des traînées de granulations qui se rendent dans le tissu lamineux interstitiel. »

En général, l'épithélium des tubuli nous a paru un peu granuleux, autant qu'un séjour prolongé des préparations dans l'alcool pouvait nous permettre d'en juger.

8° ORGANES NE CONTENANT PAS D'ARGENT.

Si nous exceptons la peau, tous les organes que nous avons examinés jusqu'ici contenaient de l'argent sous des aspects un peu différents, il est vrai, mais en quantités toujours appréciables; l'épreuve par le cyanure de potassium, la contre-épreuve par l'eau oxygénée et la comparaison avec les mêmes organes pris sur des rats qui n'avaient pas été soumis au régime argentique, ne laissent subsister aucun doute à cet égard. Les organes que nous allons passer en revue maintenant nous en ont toujours paru dépourvus, et nous devons nous séparer en cela d'un certain nombre d'observateurs. Du reste, leurs conclusions peuvent être aussi exactes que les nôtres, si l'on a égard aux conditions anatomiques différentes dans lesquelles nous nous sommes placés : les résultats obtenus sur l'homme, qui seul a fourni jusqu'ici le sujet des observations, pouvant très-bien ne pas concorder avec ceux que fournit l'animal que nous avons étudié.

Le pancréas où Brandes a signalé un dépôt d'argent ne nous en a fourni aucune trace appréciable. Il était parfaitement intact, tant au point de vue de sa structure que de sa consistance et de sa coloration. Van Geuns en avait trouvé dans les méninges; Fromman présumait que les plexus choroïdes lui devaient la coloration grise qu'il avait remarquée sur le sujet décrit par lui. Mais il avoue n'avoir pu faire un examen sérieux de ces organes (1). Nous n'avons, pour notre part, rien trouvé ni dans les méninges, ni dans les plexus choroïdes, ni dans aucun point de l'encéphale. Van Geuns avait aussi trouvé de l'argent dans les cartilages ainsi que dans les ostéoplastes et les canalicules osseux : nous avouons

(1) Rappelons que Faivre (*Annales des sciences naturelles*, 1857) a déjà signalé que les cellules de la surface des villosités choroïdiennes, transparentes chez l'enfant, présentent souvent chez l'adulte un dépôt granuleux noir insoluble dans l'acide acétique et la potasse, mais que l'acide nitrique fait disparaître.

que nos recherches là encore ont été complétement infructueuses.

Dans leur travail sur l'introduction du cinnabre dans l'économie (*Archives de Virchow*, t. XLVIII), Hoffmann et Langerhaus ayant dit avoir suivi cette matière colorante jusque dans la moelle des os, nous avons tourné nos investigations de ce côté, mais sans succès. Il faut dire, du reste, que les conditions n'étaient pas les mêmes, ces expérimentateurs ayant procédé toujours par injection, soit dans les veines, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané; ajoutons que la matière qu'ils injectaient est complétement insoluble.

M. Liouville, dans son observation sur un cas d'albuminurie argentique, dit avoir retrouvé de l'argent dans les capsules surrénales. Nous l'y avons cherché avec le plus grand soin, mais toujours en vain.

Disons enfin que l'examen du canal thoracique comme celui des gros vaisseaux, veine cave inférieure, aorte, cavités du cœur, nous a donné des résultats tout à fait négatifs.

CONCLUSION.

Parvenu au terme de ce travail, il nous reste à indiquer d'une manière générale en quoi nos résultats diffèrent de ceux qui ont été obtenus par nos devanciers.

Les conditions anatomiques et physiologiques qui pourraient donner la clef de ces divergences, sont malheureusement trop mal connues pour qu'il soit possible de faire autre chose ici que des hypothèses plus ou moins probables. Tout au plus peut-on signaler un certain nombre de données positives qui permettent quelques inductions. Déjà MM. Charcot et Vulpian ont remarqué, comme nous avons eu l'occasion de le dire plus haut, que des chiens soumis longtemps au régime argentique n'avaient subi aucune modification dans la coloration de leurs téguments. Je ne citerai pas les expériences indiquées dans la thèse de Mourier, elles n'ont pas été continuées assez longtemps pour avoir une va-

leur démonstrative, mais je crois pouvoir citer les miennes à cause de leur durée. Or, elles concordent absolument avec ce qui a été indiqué par MM. Vulpian et Charcot.

Déjà Fromman avait remarqué que la coloration argentique très-prononcée sur les tempes et sur la face de son sujet était presque nulle sur le cuir chevelu, aux endroits encore bien garnis de cheveux. Faut-il admettre que la peau chez les mammifères, et le cuir chevelu chez l'homme, sont mis à l'abri de l'action réductrice de la lumière par le système pileux?

Ce serait aller un peu vite et peut-être formuler une conclusion précipitée, car il faut remarquer d'un autre côté que la peau des pattes, du museau, des oreilles et de la queue, peau à peu près complétement glabre, n'a pas plus changé de couleur que celle qui est recouverte d'une fourrure épaisse.

On peut en effet se demander si la lumière influe réellement sur le dépôt d'argent métallique dans la profondeur du derme de l'homme. On vient de voir que Frommann déjà, tout en acceptant cette cause possible, ne paraît pas convenir de son efficacité absolue. On vient de voir également, que les animaux auxquels on administre le nitrate d'argent, comme les chiens dans les expériences de MM. Charcot et Vulpian, les rats dans les nôtres, ne montrent aucun dépôt d'argent dans le derme, même dans les régions que les poils ne soustraient pas à l'influence de la lumière. Ceci peut être l'occasion de signaler certaines propriétés optiques du derme, sur lesquelles M. Pouchet a récemment appelé l'attention.

Le derme, ainsi qu'un certain nombre de tissus (sclérotique, tissu cartilagineux, parois des veines, etc.), jouit d'une sorte de dichroïsme ou plutôt de fluorescence rappelant celle du pétrole et des solutions de sulfate de quinine. Jaune par transparence, il émet, quand on le place sur un fond absorbant pour les rayons lumineux, des radiations *bleues* d'une intensité remarquable. Ce sont elles qui produisent la coloration bleue des veines, quoique le sang contenu dans leur intérieur soit rouge, et une foule d'autres aspects pathologiques ou cadavériques sur lesquels il est inutile d'insister ici (ongles bleus par l'action du froid;

ecchymoses bleues; tatouage bleu au moyen de l'encre de Chine; cicatrices bleues dues à des particules de charbon ou d'oxyde *rouge* de fer retenues sous la peau).

On pouvait induire de cette propriété que la peau est, dans une certaine mesure, réfractaire au passage des rayons du spectre avoisinant et dépassant les lignes G et H de Frauenhöfer.

Un matériel instrumental insuffisant, les difficultés mêmes de ces recherches, le temps nécessaire enfin ne nous ont point permis d'instituer dans ce sens des expériences suffisantes pour déterminer, ainsi que cela pourra se faire, dans quelle mesure exactement la peau de l'homme se laisse traverser par les radiations susceptibles de réduire les sels d'argent.

Une seule expérience, faite dans d'assez bonnes conditions, nous a donné un résultat significatif.

Le spectre produit par un prisme de flint (ces expériences devraient être faites, pour être concluantes, avec des appareils de quartz) est projeté au moyen d'une lentille à court foyer sur un papier sensible à l'usage des photographes. Au-devant de celui-ci on interpose un fragment de peau dépouillée, aussi bien que possible, de sa graisse et du tissu cellulaire sous-dermique. Une lamelle de verre mince empêche le contact de la peau et du papier. On laisse exposé un certain temps, et voici ce que l'on observe.

Sur le papier, l'argent est réduit dans toute l'étendue comprise entre E et H. Il est réduit au delà de H dans une étendue égale à la moitié environ de celle qui sépare E de H.

A travers la peau, la réduction de l'argent commence un peu plus loin vers F et cesse subitement, avant G. Au delà aucune réduction ne s'opère, et le papier reste aussi blanc qu'au niveau de A.

On peut conclure de cette expérience faite, nous le répétons, dans des conditions relativement bonnes, que la peau, en effet, s'oppose *dans une certaine mesure* au passage des radiations extrêmes du spectre visible et de celles qui continuent ce dernier, c'est-à-dire aux radiations généralement désignées sous le nom de *spectre chimique*.

Il semble donc qu'on ait, en tout cas, grandement exagéré l'importance de l'action de la lumière. Il est d'ailleurs bien certain que la réduction des sels d'argent, tout en étant peut-être favorisée par elle à la peau, ne se produit pas seulement dans les points où elle agit.

Ainsi nous trouvons dans les glomérules et dans les papilles du rein une coloration argentique diffuse tout à fait semblable à celle que Frommann indique pour la peau. Cette même coloration diffuse se retrouve en certains points, il est vrai, très-limités, du péritoine, et il est probable qu'elle existe aussi dans les glandes lymphatiques rétro-péritonéales et qu'elle contribue pour une bonne part à leur donner la coloration noir brun excessivement foncée qu'elles acquièrent chez les animaux longtemps soumis à l'usage du nitrate d'argent.

On pourrait invoquer, à la rigueur, l'action réductrice des rayons solaires à propos du liséré gingival signalé par Duguet. Mais Krahmer a trouvé des plaques noirâtres sur toute l'étendue de la muqueuse buccale, aussi bien sur les portions antérieures que sur les portions profondes, il en a trouvé aussi sur les nymphes et à l'entrée du vagin. Dans ces derniers cas, l'explication par la lumière est tout à fait insuffisante.

Si l'on s'en rapporte à une observation d'argyrie rapportée par Gamberini (voy. *Journal de médecine de Bruxelles*, décembre 1860), la coloration argentique se serait produite chez une vieille femme à la suite de l'usage prolongé de cosmétiques contenant des sels d'argent. Elle se serait manifestée d'abord à la partie supérieure et interne des cuisses ; puis sur les mains et à la base de la poitrine, et ne se serait jamais étendue davantage. La lumière a pu jouer un rôle pour les mains, mais elle n'a pas dû beaucoup agir ni pour les cuisses, ni pour la base de la poitrine.

Si l'on cherche maintenant dans les traitements employés pour combattre cette coloration anormale, une indication conforme à l'axiome médical d'ailleurs très-contestable, qui veut que le traitement éclaire le diagnostic, on se heurte à de nouvelles difficultés. M. Mourier, dans sa thèse (page 15), fait judicieu-

sement remarquer que l'action extérieure de l'acide nitrique aussi bien que celle du cyanure de potassium, ne fait pas disparaître les taches d'argent, ce qui s'explique de reste, puisque cette coloration est due à un dépôt dans le derme même. « La preuve de ce fait, dit-il, c'est que l'emploi des vésicatoires, comme l'a démontré Biet, ne peut la faire disparaître. Il s'agit d'une coloration presque indélébile qui ne peut s'affaiblir que par le temps et peut-être sous l'influence de divers agents éliminateurs, tels que l'iodure de potassium et l'hyposulfite de soude. Toutefois ces médicaments ont à peu près échoué jusqu'ici, *sans doute parce qu'on ne les a pas employés assez longtemps* ». Gamberini, au contraire (*loc. cit.*), dit avoir obtenu une amélioration manifeste sur la femme dont il donne l'observation, en la traitant pendant un mois seulement par les bains chauds et par l'iodure de sodium. Au moment où cette femme quitta l'hôpital, les mains et la poitrine étaient complétement décolorées, les cuisses seules étaient restées légèrement jaunâtres. Il ne doute pas que ce traitement continué quelque temps encore n'eût amené une décoloration complète.

Mais le cas de Gamberini avec les circonstances toutes spéciales qui l'entourent, est-il bien probant? N'y aurait-il pas eu là une erreur de diagnostic, et n'a-t-on pas pris un cas de mélanodermie cachectique ou sénile pour un cas d'argyrie? Nous n'osons pas nous prononcer. Mais en tout cas il ne nous semble pas que l'expérience ait jamais été faite d'une manière concluante sur le vivant.

Nous ne voyons pas non plus que, sauf Fromman, personne ait soumis une coupe fine de peau imprégnée d'argent à l'action comparative et prolongée, d'une part, du cyanure de potassium et, d'autre part, de l'eau oxygénée. Le premier de ces réactifs réduisant l'argent en quelques instants, et le second décolorant le pigment mélanique après un plus long intervalle. On peut donc dire que dans la majorité des cas la preuve n'a pas été faite, et que plusieurs fois, en particulier dans l'observation de Gamberini, il a pu être commis une erreur de diagnostic.

Mais laissons ces restrictions de côté, et examinons compara-

tivement chez l'homme et chez le rat quelle peut être la voie suivie par le sel d'argent soluble, albuminate ou chlorure double, jusqu'au moment où il se réduit en laissant dans les tissus un dépôt coloré.

Chez l'homme, Frommann admet qu'après avoir traversé les parois de l'intestin et le foie dans lesquels il s'arrête en partie, le sel métallique arrive par la veine cave inférieure au cœur, d'où il est renvoyé aux organes internes, foie, rate, reins, cerveau et aux téguments; en un mot, il pénètre en quantité notable dans le torrent de la grande circulation.

Ce que l'on constate chez l'homme ne permet pas de douter de ces faits. Mais nous croyons devoir faire quelques restrictions pour les animaux que nous avons étudiés; restrictions qui nous paraissent devoir s'appliquer d'ailleurs certainement aux chiens soumis par MM. Vulpian et Charcot au régime argentique, et probablement aussi à un grand nombre de mammifères.

On se rappelle que nous avons trouvé dans les replis du péritoine qui s'insèrent au duodénum et au hile de la rate, des quantités considérables d'argent réduit. Nous n'avons pas eu le loisir de déterminer par quelle voie se faisait ce transport; mais le nombre des granulations argentiques que nous avons trouvées dans la rate nous porte à croire qu'il doit y avoir chez le rat une voie directe permettant à l'argent de se porter immédiatement du duodénum à cet organe. Sinon il est impossible de s'expliquer le rôle privilégié dans ce sens que jouerait la rate comparée au rein. On sait, en effet, que la plupart des observateurs insistent sur l'imprégnation argentique considérable du rein chez l'homme, tandis qu'ils ne parlent, pour ainsi dire, que d'une manière incidente de la rate.

Si l'on tient compte également de l'altération profonde subie par les glandes lymphatiques, on est amené, en ce qui concerne la circulation du sel d'argent soluble, à des conclusions sensiblement différentes de celles énoncées par Frommann.

Il est bien entendu du reste, et nous insistons sur ce point, que ceci ne s'applique qu'au rat et non pas à l'homme.

Chez celui-ci, en effet, tandis que le sel d'argent absorbé

sous forme soluble pénètre assez facilement, si l'on s'en rapporte aux observations connues, dans la grande circulation, chez le rat, au contraire, il doit traverser une série d'appareils agissant en quelque sorte comme des filtres et s'opposant à son transport d'une manière assez efficace pour qu'il n'arrive que difficilement et en quantité minime jusqu'au cœur.

Ces appareils sont, outre l'intestin et ses villosités, le mésentère, puis les glandes lymphatiques, le foie et très-probablement aussi la rate. Ainsi s'expliquent à la fois la coloration ardoisée du mésentère et la richesse de la rate en granulations d'argent.

N'arrivant, au contraire, qu'en faible proportion à l'organe central de la circulation, on conçoit le peu de coloration du rein chez le rat, comparé à ce qui s'observe chez l'homme (1) et l'intégrité absolue de la peau. Le sang n'y arrive en quelque sorte qu'épuré et presque complétement débarrassé du sel étranger.

Si l'on n'admet pas cette hypothèse, c'est-à-dire que l'argent chez le rat se porte directement à la rate, il nous semble difficile d'expliquer comment c'est l'organe où la circulation est la moins active, la tension la moins forte, la rate en un mot, qui est chargée d'argent, tandis que le rein, où la circulation est si énergique, en est presque dépourvu. Si on l'admet au contraire, la coloration chez l'homme de la peau et de ses annexes, glandes sébacées et glandes sudoripares, de l'encéphale et de ses enveloppes, méninges et plexus choroïdes, s'explique de la façon la plus simple, ces appareils étant sous la dépendance immédiate de la grande circulation. L'absence des mêmes phénomènes chez le rat s'expliquerait également, avec la plus grande facilité, par la localisation presque complète de l'argent dans les organes internes.

Quant à la circulation lymphatique chez le rat, elle serait tout à fait hors de cause. L'argent ne dépasserait pas les glandes lymphatiques qui correspondent à la partie supérieure de l'intestin

(1) Cloëz, observation de Liouville, a tiré des reins un globule d'argent de la grosseur d'une tête d'épingle.

ou avoisinent la veine porte et le hile du foie. C'est ce qui semble résulter de l'intégrité complète du canal thoracique. S'il est en effet difficile de constater une teinte ardoisée sur la tunique interne d'organes colorés, comme le sont les grosses veines et les grosses artères, celle-ci serait des plus apparentes sur un vaisseau à parois presque transparentes, tel que le canal thoracique.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

1. Villosités intestinales.
2. Glandes lymphatiques.
3. Distribution de la coloration argentique dans le péritoine du rat. — Le foie et l'estomac sont relevés, les parties du péritoine qui sont imprégnées d'argent sont colorées en noir.
4. Mésentère (800 à 850 diamètres)
5. Granulations d'argent (800 à 850 diamètres).

NOTE

SUR UNE

NOUVELLE ESPÈCE DE TYROGLYPHE

LE *TYROGLYPHUS SIRONIFORMIS*

Par M. Ch. ROBIN.

---

§ 1. — Description taxinomique.

Corps de forme régulièrement ovoïde, surtout en arrière, un peu atténué en avant du sillon transversal, qui est très-marqué, non déprimé sur les flancs; dos bombé, d'un gris légèrement grisâtre, un peu terne.

Rostre assez incliné, d'une teinte vineuse ou pelure d'oignon, peu élargi à la base, assez pointu; long de $0^{mm},17$, large de $0^{mm}, 10$ à sa base.

Pattes à poils courts et grêles, de teinte vineuse prononcée, semblables dans les deux sexes, régulièrement coniques, assez grêles, non épaissies à la base, moins longues d'un quart environ que le corps n'est large sur la femelle, presque aussi longues que le corps est large sur le mâle; les postérieures, un peu plus minces que les antérieures, laissent voir, sur les côtés de l'abdomen, les deux derniers articles sur la femelle, les trois derniers sur le mâle; les tarses comme sur le *T. siro*, mais à crochet terminal plus fort, à caroncule très-petite, avec deux forts piquants vers le milieu de sa longueur, plus long aux quatre dernières pattes qu'aux antérieures, et un autre près de son extrémité. Les autres appendices des pattes sont des poils rigides ou des piquants.

Poils dorsaux, latéraux et postérieurs, comme sur le *T. siro*, mais plus grêles, bien plus courts que les pattes dans les deux sexes, bien qu'ils soient un peu plus longs sur le mâle que sur la femelle; ceux de l'épistome n'atteignent pas le bout du rostre, tronqués ainsi que ceux du dos.

Ventouses génitales colorées dans les deux sexes.

Anus sous le milieu de l'abdomen, très-loin de l'arrière du corps dans les deux sexes, à lèvres chitineuses roussâtres.

Mâles longs de 0^{mm},40 à 0^{mm},46, le rostre compris; larges de 0^{mm},20 à 0^{mm},25, du quart au tiers plus petits que la femelle.

Organe sexuel en forme de fente à lèvres chitineuses roussâtres, placé au niveau de l'épimère de la quatrième paire de pattes; *anus* immédiatement en arrière de cet organe. Ventouses copulatrices au niveau de la commissure postérieure de l'anus, comme sur le *T. echinopus*. Deux tubercules saillants, tronqués au tarse des pattes de la quatrième paire, près de ses deux piquants.

Abdomen un peu plus court et plus resserré que chez la femelle ; poils un peu plus longs que sur celle-ci.

Femelles fécondées longues de 0^{mm},60 à 0^{mm},70, le rostre compris; larges de 0^{mm},36 à 0^{mm},40 à peine, deux fois plus nombreuses que les mâles. Femelles à organes sexuels encore incomplétement développés, du volume des mâles, et dépourvues d'un épaississement du tégument en forme de ventouse circulaire qui existe sur les autres, derrière la commissure postérieure de l'anus.

Vulve située entre les quatre derniers épimères et descendant au niveau de la quatrième paire de pattes à lèvres pâles et finement striées en avant, chitineuses, rougeâtres en arrière et plus écartées de l'anus que ne l'est l'organe mâle.

Œuf régulièrement elliptique, long de 0^{mm},13 à 0^{mm},15, large de 0^{mm},08 à 0^{mm},09, s'ouvrant en deux valves lors de l'éclosion.

Larves hexapodes, longues de 0^{mm},16 à 0^{mm},20, larges de 0^{mm},08 à 0^{mm},10. Poils tous semblables, rigides, tronqués, très-courts. Un cirre mousse, peu renflé, et un poil fin entre les épimères de la première et de la deuxième paire.

Nymphes octopodes, ayant depuis un volume à peine plus grand que celui des larves jusqu'à celui des mâles sexués à peu de chose près.

Habitat.— Trouvé par le docteur Laboulbène, qui reconnu qu'il s'agissait là d'une espèce différente de celles qui vivent sur le fromage. Ces Tyroglyphes vivent encore en amas formés d'individus très-nombreux de tous les sexes et à toutes les périodes de leur

développement, mêlés à leurs excréments et à des œufs. Ils étaient dans un fromage analogue à celui de *Gruyère*, mais venant du Brésil. Malgré une grande abondance de nourriture, tous ont fini par mourir au bout de trois mois, pour avoir été tenus pendant quelques jours dans un milieu sec recevant le soleil.

Les mâles, les larves et surtout les nymphes, se meuvent bien plus vite que les femelles.

§ 2. — Remarques comparatives.

Ce *Tyroglyphe* offre à peu de chose près la forme, la taille, la couleur, la longueur et la disposition des poils et des pattes du *T. siro*. De là le nom que j'ai pensé devoir lui donner.

Il s'en distingue pourtant très-aisément par la ***situation de l'anus au milieu de la face inférieure de l'abdomen***, plus près des organes génitaux, plus loin de l'arrière du corps que chez celui-ci ; par l'état tronqué des poils dorsaux, et surtout par les forts piquants rigides du tarse et de la jambe, au lieu de poils courts plus ou moins fins.

La femelle n'a que trois poils courts et fins de chaque côté de l'anus, au lieu de sept, comme celle du *T. siro*. Le mâle se distingue ensuite de celui du *T. siro* : 1° par le plus petit volume des pattes de la première paire et le manque de tout tubercule au trochanter ; 2° par la forme linéaire et non triangulaire ou conoïde de l'organe mâle ; 3° par la situation de celui-ci très-près de l'anus et la présence des ventouses copulatrices au niveau de la commissure postérieure de ce dernier.

Toutes ces particularités différencient aussi le *Tyroglyphus sironiformis* du *T. siculus*, A. Fumouze et Ch. Robin, que ses formes trapues, la brièveté de ses pattes et la longueur des poils de son dos, etc., séparent du *T. siro*.

Quant au *T. longior*, son plus grand volume, la longueur et la gracilité des pattes et de ses poils, la forme et la situation des organes génitaux, le font distinguer au premier coup d'œil de celui-ci.

La forme plus massive, le plus grand volume et la couleur plus

blanche du *T. echinopus*, A. Fumouze et Ch. Robin ; ses pattes, bien plus courtes (les postérieures surtout), à piquants et à crochet terminal bien plus forts, le distinguent aisément du *T. sironiforme*. Ces caractères différentiels sont faciles à saisir, malgré le volume des piquants de la jambe et de ce dernier. Bien que les organes génitaux, l'anus et les ventouses copulatrices soient disposés d'une manière à peu près semblable dans le mâle des *T. echinopus* et *T. sironiformis*, l'absence de tubercule tronqué aux tarses de la quatrième paire de patte du *T. echinopus* ne permettent plus de confondre ce dernier avec celui du *Tyroglyphus sironiformis*.

La position de l'anus près de l'arrière du corps dans la femelle du *T. echinopus* la différencie nettement de celle de ce dernier.

La petitesse, la forme resserrée sur les flancs et la couleur grise du *T. entomophagus*, A. Laboulbène et Ch. Robin, ne permettent pas de le confondre avec le *T. sironiformis*, sans parler de l'expansion membraneuse de l'arrière du corps dans le mâle du premier, et la situation de l'anus sur cette extrémité même de sa femelle.

La forme du rostre, la disposition des mandibules, les expansions membraneuses des pulpes sur le *T. rostro-serratus*, Mégnin, font distinguer au premier coup d'œil cette dernière espèce de celle qui est décrite dans cette note.

Cet acarien forme la septième espèce du genre Tyroglyphe (voyez p. 371), et doit se placer entre les *T. siro* et *T. longior*.

NOTES ANATOMIQUES

CONCERNANT

UN SUPPLICIÉ PAR DÉCOLLATION

Par M. Ch. ROBIN

Le supplicié dont il s'agit était un homme de vingt-trois ans, du nom de Joly, de taille un peu au-dessus de la moyenne, très-bien proportionné, vigoureux, sans obésité, de formes distinguées, à peau fine, peu velue, bien que d'un facies vulgaire.

L'exécution eut lieu le 18 décembre 1872, à sept heures du matin. Les observations commencèrent à sept heures 45 minutes, par une température qui varia dans le laboratoire entre 8 et 12 degrés.

L'encéphale de ce sujet ne pesait que 1227 grammes, dans lesquels le cervelet était pour 170 grammes. L'air avait pénétré dans les artères cérébrales et cérébelleuses de la base et des côtés des organes encéphaliques, ainsi que dans les tissus veineux de la dure-mère. Il y avait en outre de l'air hors des vaisseaux, dans les espaces sous-arachnoïdiens du cervelet et du cerveau, jusque dans leurs étroits prolongements à la face supérieure de ces organes entre leurs circonvolutions. (Voyez dans ce recueil, année 1869, p. 72 et 457.)

I. — SUR L'APPARITION DE L'ÉTAT DE LA PEAU DIT CHAIR DE POULE.

Les faits observés par MM. Maxime Ducamp, Ch. Legros, Onimus et moi ont été les mêmes que ceux déjà indiqués dans ce recueil (année 1869, p. 468). L'état de chair de poule de la peau a commencé en particulier aux jambes à neuf heures et demie; s'est montré aux fesses à onze heures, et graduellement sur les flancs, les épaules, puis les bras. Cinq heures plus tard il était bien plus prononcé encore, dans toutes ces régions, aux mollets, aux cuisses et aux flancs surtout.

Cet état est allé en se prononçant de plus en plus jusqu'au 20 décembre inclusivement. Le 23 décembre, il était encore au moins aussi marqué que le 20; la rigidité cadavérique n'était pas modifiée. Au sommet ou un peu sur le côté du sommet de chaque saillie cutanée, correspondait un poil du duvet. La *chair de poule* s'arrêtait nettement au pourtour du cou-de-pied et de la portion dorsale du pied, du poignet et du dos de la main, là où cessait d'exister le duvet cutané.

Dans le courant de juin dernier, par un temps chaud, nous avons constaté dans mon laboratoire ces mêmes faits sur la cuisse et sur la jambe d'une

femme que M. A. Guérin venait d'enlever par désarticulation coxo-fémorale et apportée par M. Cadiat. La *chair de poule* ne s'est montrée que le lendemain de l'ablation du membre.

Ces données sur la production de l'état de la peau dit *chair de poule* plusieurs heures après la mort, postérieurement à l'apparition de la rigidité cadavérique des muscles rouges, et d'une manière analogue, confirment en tout point les faits que j'ai indiqués déjà sur ce sujet (*loc. cit.*, 1869, p. 469).

II. — Observations sur quelques liquides de l'économie.

La bile, d'un vert brunâtre peu foncé, a présenté les mêmes particularités que sur les autres sujets (*loc. cit.*, p. 96 et 461).

L'estomac ne contenait qu'un verre à peine de liquide grisâtre trouble, d'odeur acidule et à réaction acide. Tout le reste de l'intestin jusqu'à l'S iliaque ne contenait que du mucus. Nulle part dans ces matières il n'y avait trace de *bactéries*. Ce n'est qu'au bout de quatre jours, le 20 décembre, que ces mucus ont commencé à en montrer. Ils étaient retenus entre deux ligatures des diverses portions des intestins grêle et gros et en vase clos, par une température variant, du jour à la nuit, de 9 à 15 degrés. Elles étaient d'abord longues de $0^{mm},001$ à $0^{mm},006$. Quelques-unes étaient très-mobiles.

Le lendemain elles étaient assez nombreuses, du double plus longues, les unes articulées, les autres homogènes, sans articles.

L'estomac vidé avait la surface de sa muqueuse très-acide dans le grand cul-de-sac et moindre au pylore. Le mucus duodénal était acide, mais très-peu dans sa troisième partie. Celui du milieu du jéjunum et de l'iléum était alcalin, mais très-peu. Il en était de même de celui de l'appendice cæcal, des côlons ascendant et transverse. Pourtant celui du fond du cæcum était légèrement acide, ainsi que le liquide gris jaunâtre qui s'y trouvait en petite quantité.

Dans toutes ces portions de l'intestin, bien que la muqueuse sous-jacente eût son épithélium normal, le *mucus* était composé pour près de la moitié de sa masse de cellules épithéliales prismatiques, très-peu grenues, desquamées, isolées en lambeaux, avec quelques noyaux épithéliaux libres. Leur plateau très-net, mais très-mince, est devenu plus épais deux jours plus tard et devenait un peu plus épais dans l'eau.

Dans le milieu du jéjunum il y avait un certain nombre de cellules remplies de granules graisseux, qui les rendaient opaques, parmi celles qui offraient leurs caractères ordinaires. Dans les lambeaux desquamés au milieu du mucus, ces cellules granuleuses se voyaient aussi, mais en plus petit nombre.

Le mucus de la fin du jéjunum, au lieu d'être grisâtre, commençait à être d'une teinte jaune-citron pâle, fait dû à la présence de granules de matière colorante biliaire larges de $0^{mm},01$ au plus. Là aussi le mucus commençait à être légèrement strié. Ces mêmes particularités se trouvaient jusque dans le

gros intestin. Ce n'est que dans la dernière moitié de l'iléum qu'on a commencé à trouver des débris alimentaires (portions de faisceaux striés, jaunâtres et de cellules végétales).

Leur nombre allait en augmentant à mesure qu'on allait plus avant vers les autres portions de l'intestin.

Le contenu de l'appendice cæcal était une pâte molle, brunâtre, légèrement alcaline, formée par le mucus finement strié, les épithéliums, les granules de matière colorante biliaire et les débris alimentaires qui viennent d'être indiqués. Il y avait de plus quelques cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien isolés ou groupés.

Le canal de l'urèthre ne contenait pas de spermatozoïdes; la vessie était pleine. Le sperme des vésicules séminales était transparent, sans couleur, à peine grisâtre, légèrement alcalin, sans odeur spermatique. Les spermatozoïdes, peu nombreux, étaient très-mobiles, accompagnés de beaucoup de gouttes d'une matière homogène, visqueuse et s'allongeant quand le liquide coulait. La prostate ne contenait pas de liquide ni de sympexions.

Les ventricules gauche et droit étaient complétement vides. Nous avons constaté sur eux les phénomènes déjà indiqués ailleurs (*loc. cit.*, 1869, p. 457).

RECHERCHES

SUR LA

CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE ÉTUDIÉE CHEZ UN SUPPLICIÉ

Par M. le Dr ONIMUS

Sur le supplicié dont il vient d'être question (p. 439), nous avons fait des expériences dont les unes confirment des faits déjà connus et dont les autres nous paraissent encore ignorés.

Dans les muscles intercostaux, nous avons observé d'une manière très-nette que les intercostaux externes étaient élévateurs des côtes; tandis que les intercostaux internes sont abaisseurs. Cette action est très-nette lorsqu'on maintient la côte supérieure de l'espace intercostal que l'on électrise. On voit alors très-bien la côte inférieure être soulevée, tandis que celle-ci ne subit aucun mouvement lorsqu'on électrise les muscles intercostaux internes. L'action des muscles intercostaux externes paraît plus puissante que celle des intercostaux internes.

Dans les muscles de la jambe, nous avons observé que le long péronier latéral abaissait le bord interne du pied et agit légèrement comme extenseur et comme abducteur du pied, ce qui coïncide parfaitement avec l'opinion de M. Duchenne. Mais nous n'avons pu, comme l'annonce cet auteur, effacer d'une manière manifeste la voûte plantaire en électrisant le jambier antérieur.

La contractilité musculaire ne se perd pas en même temps pour tous les muscles, et sous ce rapport il y a des différences très-marquées. Les premiers muscles qui perdent leur contractilité sont le diaphragme et la langue, puis les muscles de la face. Le masséter est, des muscles de la face, celui qui conserve sa contractilité le plus longtemps. Ces muscles perdent leur contractilité deux heures et demie à trois heures après la mort. La perte de la contractilité pour les muscles des membres débute par les muscles extenseurs; ceux-ci ne cessent d'être contractiles que près d'une heure avant les muscles fléchisseurs. Cinq à six heures après la mort, les muscles du tronc sont encore contractiles; ce sont ces muscles qui conservent la contractilité le plus longtemps; les muscles abdominaux surtout sont remarquables par la durée de leur contractilité; exposés à l'air et découpés, ils se contractaient encore alors que tous les muscles des membres avaient perdu toute contractilité. On peut rapprocher ces faits de ceux qui ont lieu dans certains cas pathologiques. Ce sont en effet les muscles du tronc, et surtout les muscles abdominaux, qui, dans les paralysies musculaires généralisées, sont atteints les derniers, et d'un autre côté, dans les paralysies des membres, les muscles les premiers et souvent les seuls affectés sont les muscles extenseurs.

A mesure que la contractilité musculaire s'affaiblit, la forme de la contrac-

tion change d'aspect. Il se produit aux points d'application de chaque rhéophore une élévation de la substance contractile; la partie musculaire intermédiaire se rétrécit très-lentement, puis peu à peu il n'y a plus aucun rétrécissement dans la partie comprise entre les pôles; à cette période, aux points d'application des pôles, il y a encore un soulèvement de la substance musculaire, très-visible et qui persiste assez longtemps après qu'on a enlevé les rhéophores. A cette dernière période, et même déjà un peu avant, on n'obtient aucune contraction en électrisant les muscles à travers la peau.

Nous avons également obtenu sur les muscles de ce décapité les mêmes phénomènes électriques que ceux que l'on obtient sur les muscles des animaux.

PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES CHEZ DIVERS MALADES.

Nous avons cherché chez les malades les différences, dans la production des courants électriques, que pouvaient amener la paralysie ou la contracture des membres. Pour les paralysies anciennes et pour les contractures fortes et datant de plusieurs années, nous avons observé que les courants électriques naturels étaient bien plus faibles que pour des membres sains. Pour faire ces recherches, nous enfoncions soit deux aiguilles de platine dans les membres, en des points différents, ou bien, tandis qu'une aiguille était enfoncée dans les tissus, nous appliquions une plaque de platine sur la peau. Ce procédé ne pouvant être employé que dans les cas d'anesthésie, nous avons fait construire un petit appareil consistant en une plaque de caoutchouc durci, sur laquelle se trouvent enroulées des lames de platine, de zinc et de magnésium. En faisant communiquer ces lames avec un galvanomètre, on observe, selon les régions de la peau où l'on applique la plaque, une déviation plus ou moins forte. En général cette déviation est plus forte pour les membres sains que pour les membres paralysés depuis longtemps, et surtout pour les membres contracturés.

Ces variations dans l'intensité des courants électriques dépendent évidemment de la sueur plus ou moins abondante, et même de la chaleur et de la vascularité des régions; la production de ces courants est en effet de nature chimique. Ils peuvent servir à indiquer l'activité plus ou moins grande des régions.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

De la généralisation des anévrysmes miliaires, par Henri Liouville. Paris, 1871 (225 pages et 3 planches).

C'est une tendance naturelle aux cliniciens aussi bien qu'aux anatomo-pathologistes de généraliser les notions qu'ils ont pu acquérir sur telle ou telle

lésion, et de tenter de les appliquer à tout un système, souvent avant d'en avoir vérifié directement et *de visu* les diverses localisations. Il suffit à ce propos de rappeler les abus qu'on a fait de tout temps et qu'on fait encore en clinique de ce mot si élastique de *diathèse*. Ces vues collectives et d'ensemble, séduisantes pour l'esprit, ne servent trop souvent qu'à dissimuler la véritable ignorance des processus qu'elles paraissent expliquer. Ce reproche, hâtons-nous de le dire, ne saurait atteindre la remarquable monographie que nous nous proposons d'analyser. Les observateurs qui les premiers décrivirent exactement les anévrysmes miliaires en constatèrent la présence dans la pulpe cérébrale (corps strié, couches optiques, circonvolutions), et montrèrent leur rôle non douteux dans la pathogénie des hémorrhagies de cet organe. Mais leurs recherches restèrent limitées à l'encéphale et aux méninges, où ils constatèrent la présence d'anévrysmes jouant un rôle hémorrhagipare analogue. Ce n'est pas cependant que MM. Charcot et Bouchard n'aient pensé que la périartérite scléreuse et les anévrysmes miliaires qu'elle entraîne à sa suite fussent exclusivement propres aux vaisseaux intra-cérébraux ; ils annonçaient, et M. Liouville se plaît à le rappeler, qu'ils la considéreraient volontiers comme une altération générale du système artériel, mais sans que rien les autorisât à formuler une pareille assertion. C'est le développement naturel de ces recherches anatomo-pathologiques que le travail de M. Liouville est venu établir sur des bases solides et indiscutables.

Ce travail se divise en trois parties : La *première* est consacrée à l'historique de la question ; nous ne nous y arrêterons point, et nous nous bornerons à signaler que l'auteur, dans ce rapide exposé, fait nettement la part de chacun des observateurs qui se sont occupés de cette question, et notamment rappelle que c'est à notre Cruveilhier qu'ici, comme pour tant d'autres points d'anatomie pathologique, revient l'honneur d'avoir le premier ouvert la voie. En effet, la coexistence des anévrysmes de la vertébrale avec des dilatations semblables sur l'aorte et l'artère mésentérique est signalée par cet auteur dans son impérissable atlas, et il y a longtemps du reste que les chirurgiens ont constaté l'existence d'une *diathèse anévrysmale*. Ce sont ces notions concernant les anévrysmes classiques (macroscopiques) qu'il s'agissait d'étendre aux anévrysmes miliaires (microscopiques).

La *deuxième partie* du travail, et la plus importante, est consacrée à l'exposé des faits recueillis par l'auteur dans ses nombreuses nécropsies. Ces faits établissent d'une façon irréfragable l'existence de la *diathèse anévrysmatique miliaire généralisée.*

Les petits anévrysmes qu'on rencontre dans l'encéphale et les méninges, et qui sont la source d'hémorrhagie de ces régions, se trouvent répartis dans d'autres organes, tels que le péricarde, l'œsophage, la rétine, le tube intestinal, etc.

Un point intéressant de cette étude est la partie où l'auteur montre la coexistence des anévrysmes miliaires artériels avec des altérations vasculaires occupant les capillaires et les veines : il cite notamment une observation

remarquable où les anévrysmes miliaires coïncidaient avec la présence dans le foie de plusieurs tumeurs érectiles (p. 62). Enfin il appelle aussi l'attention sur l'altération variqueuse des veines, altération très-fréquemment en rapport avec ces lésions spéciales des petites artères. Il en conclut qu'on est autorisé à les rattacher à une cause commune, qui, dans certaines conditions pathogéniques, « rendrait tous les vaisseaux de l'économie aptes à se modifier facilement dans un sens identique, mais avec des physionomies propres à chaque organe et à chaque système ».

Un autre fait, qui constitue une véritable trouvaille, est l'existence sur la rétine, en même temps que dans l'encéphale, d'anévrysmes miliaires. Cette constatation a été faite à nouveau depuis, sur le vivant, à l'aide de l'ophthalmoscope, par les frères Pagenmeister ; il est presque inutile de dire que les observateurs d'outre-Rhin se sont dispensés de rappeler à qui revenait la priorité de cette découverte.

Cette distribution si étendue de la même lésion anatomique témoigne donc nettement d'une prédisposition particulière de l'appareil circulatoire, prédisposition dont l'auteur s'efforce de déterminer les causes productrices. Une circonstance qui est heureusement mise en relief est ce fait, qu'il ne s'agit pas exclusivement de vieillards, et que c'est moins l'âge avancé que l'état généralement altéré des organes qu'il faut accuser ; en d'autres termes, comme le dit l'auteur, « ce n'est pas l'âge réel des artères, mais leur âge pathologique, qu'il importe de consulter ». En effet, on trouve la lésion tant circonscrite que généralisée chez l'adulte et même chez l'enfant.

Après avoir ainsi établi que la sénilité ne peut et ne doit pas toujours être invoquée, l'auteur montre l'influence incontestable des dyscrasies, telles que le cancer, la tuberculose, la maladie de Bright, l'alcoolisme, l'intoxication saturnine, le rhumatisme, peut-être même le diabète, la syphilis, la leucémie et la grossesse. Tous ces états éminemment spoliateurs agissent dans le même sens que la vieillesse, et déterminent « la sénilité prématurée des artères et la généralisation fréquente de la lésion anévrysmatique ».

La *troisième partie* renferme les documents (observations cliniques et nécropsies) qui confirment et complètent les propositions énoncées dans le corps du mémoire. Nous signalerons particulièrement une bonne description histologique de l'anévrysme miliaire (pl. III, fig. 1 à 7, et pl. I, fig. 1 à 6).

Dans ces examens souvent répétés et en variant les procédés de recherches, ce n'était pas une *lésion unique* qu'il fût jamais possible de constater, mais des *altérations multiples* des tuniques vasculaires et les différents degrés, pour ainsi dire, de ces altérations : la gaîne lymphatique se reconnaît mal ou peu ; elle semble adhérer à la tunique externe, se confondre parfois avec elle ; la membrane adventice est épaissie, elle renferme des éléments allongés, ovoïdes, remplis la plupart de granulations graisseuses. On détermine avec difficulté la tunique moyenne. La tunique interne est la plus épaissie et est devenue irrégulière par places. Elles est stratifiée ; on voit parfois des globules sanguins, rouges et blancs, encore très-reconnaissables, qui parais-

sent infiltrés dans ses couches. Il est probable que dans le point même où le vaisseau a le plus faibli, la modification pathologique est la plus grande ; et bien que sur d'autres endroits du conduit vasculaire on ne puisse pas affirmer une altération considérable de la membrane interne, rien n'autorise à dire qu'elle n'était point là, prédominante, à la place-même qui a cédé. Pour ce qui regarde l'athérome, par exemple, et sa conséquence fréquente (l'atrophie des fibres musculaires de la couche moyenne), un anévrysme peut n'être qu'une façon locale de se comporter de cette dégénération. S'il y a eu modification scléreuse plus ou moins profonde des parois externes, il y aura résistance ou rupture (anévrysme vrai ou anévrysme faux). La périartérite, en effet, est quelquefois si considérable, la transformation scléreuse a, dans quelques circonstances, acquis un tel degré, qu'il y a une sorte de barrière infranchissable. C'est à cela qu'est dû, dans quelques cas, le non-rupture d'anévrysmes qui sont rencontrés tels dans des foyers hémorrhagiques où d'autres vaisseaux ont cédé. « Nous avons eu à observer de ces vaisseaux où semblait avoir prédominé une endartérite oblitérante, mais où existait également la périartérite. Les vaisseaux avaient subi par places les déformations les plus curieuses, probablement dues à des enfoncements, à des retraits occasionnés par l'atrophie, la diminution, la disparition des fibres de la couche moyenne...... Enfin, d'autres fois il nous a paru que le vaisseau malade montrait bien toutes les phases d'un travail où les trois tuniques auraient été chacune fortement intéressées et finalement auraient cédé toutes trois..... Quoi qu'il en soit et pour nous résumer, on voit donc qu'il paraît bien difficile d'assigner aux modifications pathologiques d'une seule couche vasculaire le rôle tout à fait prédominant dans la formation des anévrysmes. Le plus souvent on hésite véritablement, devant les faits, à incriminer l'*une* de ces couches, à l'*exclusion des autres*, ou même *deux*, pour absoudre *tout à fait* la troisième. Il y a donc *périartérite*, et tantôt ce sera la tunique externe qui semblera la plus atteinte (périartérite), tantôt ce sera l'interne, et l'on pourra constater alors une endartérite pouvant aller très-loin pour les grosses artères. »

On voit par ce qui précède que ce consciencieux travail et les nombreux et nouveaux documents qu'il renferme constituent une précieuse contribution à la fois à l'étude clinique (généralisation) et à l'anatomie pathologique de la lésion. La loi de la généralisation qui s'en dégage est à coup sûr une donnée importante, solidement et définitivement établie, et avec laquelle il faudra compter désormais pour l'interprétation de la pathogénie des hémorrhagies dans les différentes maladies.

Note accompagnant la presentation d'un ouvrage intitulé : « *Anatomie et physiologie cellulaires* » ; par M. Ch. Robin (1). (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* Paris, 1873, in-4°, t. 76, p. 1317.)

L'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but principal de faire connaître quand et comment naît et se reproduit chacun des éléments constitutifs de nos tissus, à compter du moment de la fécondation ovulaire.

Il a aussi pour objet la description des modifications évolutives qui amènent ces parties constituantes élémentaires de l'état embryonnaire à ce qu'elles sont dans les périodes adultes, séniles et morbides de leur existence.

J'ai examiné, sous ces divers points de vue, toutes les espèces d'éléments anatomiques de l'homme, des autres vertébrés et de quelques invertébrés. Je me suis appuyé, dans le cours de ces études, autant sur les travaux des autres histologistes que sur les recherches embryogéniques qui me sont propres. Je n'aurais pas fait hommage de ce travail à l'Académie s'il n'avait contenu le résumé de plusieurs séries de faits nouveaux que je n'ai pas produits sous forme de Mémoires spéciaux. Je ne veux pas fatiguer l'assemblée par leur énumération ; mais je signalerai pourtant ceux qui concernent la manière curieuse dont les premiers éléments nerveux, cellules, fibres et tubes, apparaissent dans l'embryon ; ceux qui montrent le mécanisme physiologique qui les relie généalogiquement aux cellules du feuillet blastodermique externe, feuillet dont une involution primordiale délimite l'axe cérébro-spinal.

Ces données embryogéniques m'ont permis de déterminer avec précision la nature réelle de chacune des variétés d'éléments anatomiques qui prennent part à la constitution du tissu nerveux, variétés sur quelques-unes desquelles régnaient beaucoup de dissidences.

L'étude de l'origine des éléments anatomiques, en nous montrant les formes et les structures que chacun d'eux présente successivement, est le moyen le plus sûr que nous ayons pour éviter de confondre les uns avec les autres ceux qui sont doués de propriétés physiologiques distinctes. Là se trouve le point de départ de la méthode scientifique qui, rigoureusement appliquée, conduit à déterminer exactement la nature des tissus normaux et des productions morbides complexes qui en dérivent. Cette méthode consiste à montrer, sans prendre l'un pour l'autre, quels sont les multiples éléments qui les composent, et quels sont, de ceux-ci, les divers arrangements réciproques ou textures au sein des organes qui résultent de leur association.

Dans la discussion de ces données, je me suis efforcé de ne pas substituer

(1) Un volume in-8°, 1873, chez J.-B. Baillière et fils.

l'esprit de critique à celui de la filiation et de l'enchaînement des faits scientifiques ; mais je n'ai pu omettre de signaler comment et combien est nuisible aux progrès de la biologie la manière de faire des histologistes qui procèdent comme si se soumettre aux exigences des méthodes scientifiques était une entrave. Reproduisant servilement les hypothèses et les nomenclatures surannées introduites en Allemagne par quelques médecins, leurs écrits pourraient faire croire que l'anatomie générale ne peut donner aucune *démonstration* rigoureuse touchant les objets et les phénomènes de l'intimité organique ; que l'emploi du microscope n'est qu'une sorte de procédé servant à susciter sur ces choses des *explications* auxquelles on n'avait pas encore songé.

Or, substituant par épreuve et contre-épreuve des démonstrations vérifiables, à l'*ingéniosité* dans les interprétations, l'histologie, au contraire, introduit dans l'étude de toutes ces questions un degré de certitude qui lui fait prendre rang dans les sciences bien définies. J'ai cherché à le montrer en résumant la série des travaux qui nous ont donné les notions d'*élément anatomique* et de *cellule*, sous les noms de *théorie cellulaire*. Enfin, je l'ai montré en indiquant par suite de quelles méprises les histologistes de la même école ont réintroduit le nom ancien d'*irritation* pour désigner le pouvoir qu'ont les tissus organisés d'entrer en activité sous des influences diverses. C'est, en effet, parce que les éléments anatomiques sont dans un état de rénovation moléculaire permanente, qu'un rien peut en modifier l'équilibre et déterminer telle ou telle manifestation de leur activité propre. Qu'un seul atome de leur masse vienne à éprouver un changement quelconque, le reste en subit le contre-coup et toutes les propriétés de l'élément sont influencées diversement. Les variations de température, l'électricité, tous les composés chimiques qui les abordent, en un mot toutes les causes capables de modifier l'état moléculaire des éléments, agissent ainsi.

C'est l'instabilité de la substance organisée et du système de ces changements incessants et fugitifs, bien que saisissables, qui la fait dire si *sensible* à toutes les influences, si *irritable*; mais les principes immédiats qui la pénètrent, les états électriques, la chaleur, etc., ne provoquent en elle rien d'autre que la manifestation des propriétés dites vitales ou d'ordre organique qui escortent l'état d'organisation. En un mot, la notion d'*irritant* se ramène toujours à celle des conditions d'existence et de fonctionnement normal des éléments anatomiques ; la notion d'*irritabilité* se ramène toujours aussi à celles des manifestations régulières de l'une des propriétés fondamentales de la substance organisée, aujourd'hui nettement définies ; l'*irritation*, s'emparant de ces conditions d'existence et de ces propriétés pour les régir, n'est qu'une fiction nuisible, dissimulant la méconnaissance de celles-ci.

Le propriétaire-gérant :
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

CONTRIBUTIONS

A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES DENTS

PREMIER MÉMOIRE

ORIGINE ET FORMATION DU FOLLICULE DENTAIRE

CHEZ LES MAMMIFÈRES

Par les Drs Ch. LEGROS et E. MAGITOT.

PLANCHES XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX.

Le travail que nous publions aujourd'hui représente la première partie d'une série d'études entreprises sur l'ensemble des phénomènes d'évolution du système dentaire chez les mammifères.

Ce problème qui est, comme on sait, l'un des plus difficiles de l'embryogénie, et qui est encore entouré d'une si grande obscurité, a été de notre part l'objet de longues investigations qui ont porté sur l'embryon humain et sur ceux des mammifères domestiques. Nous avons pu ainsi nous convaincre que les phénomènes présentent dans la série des mammifères, sauf quelques différences secondaires, une similitude parfaite dans les faits physiologiques généraux ; le mode de production du follicule, la composition anatomique des parties qui le composent, le rôle qu'elles remplissent dans les fonctions de l'organe dentaire sont de tous points semblables.

Nos recherches ont été suscitées non-seulement par l'état d'incertitude et de controverse où se trouve cette question, mais aussi par la lecture de plusieurs travaux importants publiés en Allemagne durant ces dernières années par divers anatomistes : Kölliker, Waldeyer, Hertz, Kollmann, etc.

Les résultats présentés par ces observateurs ont acquis, pour

certaines parties de la question, une importance considérable; ils ont apporté à sa détermination des éléments nouveaux dont quelques-uns restent légitimement acquis à la science, tandis que d'autres qui ont pour tendance d'infirmer des données avancées par des auteurs anglais ou français manquent, ainsi que nous chercherons à l'établir, de précision et de rigueur suffisantes. En outre, plusieurs questions subsistent sans solution aucune.

C'est dans l'espérance d'élucider ce problème que nous avons entrepris cette série de recherches.

Suivant rigoureusement l'ordre physiologique, nous avons été conduits à envisager successivement :

1° Le mode d'origine et de formation du follicule dentaire ;

2° La morphologie et la structure de ce follicule au moment de son complet développement ;

3° L'évolution de la dent proprement dite au sein du follicule.

Le présent Mémoire aura donc pour objet l'étude de la première de ces trois questions.

§ 1. — De l'état des mâchoires de l'embryon au moment de la genèse du follicule. Du bourrelet épithélial.

Bien que nous n'ayons pas l'intention de nous étendre longuement sur la constitution générale des mâchoires au moment de la genèse du follicule (1), nous croyons toutefois devoir insister spécialement sur quelques points plus directement en rapport avec notre sujet.

En ce qui concerne la mâchoire inférieure, on sait qu'à une certaine époque de la vie embryonnaire, variable suivant les espèces animales, l'arc maxillaire, absolument dépourvu de toute trace de tissu osseux, renferme au sein des éléments qui le composent et à titre de soutien squelettique, une bande cartilagineuse paire, symétrique, réunie à sa congénère sur la ligne médiane au niveau de la symphyse future et s'étendant sur les côtés dans

(1) Voyez, à ce sujet, Ch. Robin et E. Magitot, *Mémoire sur la genèse et le développement des follicules dentaires* in *Journal de physiologie de Brown-Séquard*, 1860, p. 4 et suiv. — Des mêmes auteurs : Mémoire sur le *Cartilage de Meckel*, in *Annales des sciences naturelles*. 1862, t. XVIII, 4e série, n° 4.

toute la longueur de cet arc maxillaire et jusqu'au cadre tympanique, c'est le *cartilage de Meckel.* Cet organe, qui ne joue dans le développement du maxillaire qu'un rôle transitoire, occupe la partie interne de l'arc ; il est plongé au milieu d'un tissu embryonnaire avec lequel il représente à cette époque de la vie fœtale les seuls éléments fondamentaux de la mâchoire (pl. XV, fig. 1, 2, 3, *a*).

Pour la mâchoire supérieure, le moment de l'évolution qui correspond à ce que nous venons d'établir pour le maxillaire inférieur est celui où les deux bourgeons maxillaires ont opéré leur soudure avec le bourgeon médian ou intermaxillaire. C'est environ vers le quarante ou quarante-cinquième jour qu'a lieu ce phénomène chez l'embryon humain (1).

Les deux arcs maxillaires étant ainsi constitués, on remarque bientôt que dans la partie arrondie et saillante qui répond à la cavité buccale et qui constituera plus tard le bord alvéolaire, il s'est produit une couche de cellules épithéliales formant dans toute la longueur une saillie ou bourrelet lisse, arrondi et sans aucun pli ou dépression quelconque. Ce bourrelet, visible à l'œil nu, est encore plus manifeste si l'on examine une coupe perpendiculaire à l'axe de l'arc maxillaire, et l'on reconnaît que sur les côtés de ce bourrelet qui se compose d'une épaisse couche de cellules, le revêtement épithélial n'est formé que de quelques rangées peu nombreuses, superposées, quelquefois même d'une rangée unique. Le bourrelet épithélial s'ajoute ainsi, à un moment donné, aux éléments embryonnaires des maxillaires qui ne renferment encore aucun autre tissu bien défini, si ce n'est quelques vaisseaux, des nerfs, et des fibres musculaires en voie d'évolution.

Ce bourrelet épithélial a une forme tout à fait spéciale sur laquelle il importe d'insister et que le seul examen de sa surface extérieure ou buccale ne saurait laisser supposer. En effet, sur une coupe verticale on remarque qu'en outre de la saillie lisse et arrondie qu'il offre dans la bouche et qui lui justifie le nom que nous lui donnons (*rempart maxillaire, Kieferwall* de Kölliker, Waldeyer et Kollmann), le bourrelet présente, dans la partie qui

(1) Voyez Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 9.

plonge dans le tissu des maxillaires, une configuration spéciale : en opposition à la saillie extérieure et libre, on en voit une seconde qui pénètre au milieu des éléments sous-jacents et dont les limites représentent à peu près la forme d'un *V* dont le sommet s'incline légèrement vers le côté interne (pl. XV, fig. 1, 2 et 3).

Ainsi constitué, le bourrelet épithélial représente donc en réalité une bande continue à peu près verticale et sans aucune interruption dans toute la longueur du bord alvéolaire. L'existence de cette bande est constante chez les mammifères supérieurs et chez l'homme ; on la retrouve même sur des points qui resteront dépourvus de dents, comme la barre des solipèdes (1).

(1) Il n'en est pas de même du bord antérieur ou incisif du maxillaire supérieur des ruminants où cependant l'existence des follicules rudimentaires aurait été constatée par un grand nombre d'auteurs. Une recherche toute récente a été entreprise sur ce point, par un élève du laboratoire du professeur Robin, M. V. Pietkewicz ; les résultats auxquels il est arrivé étant de nature à infirmer les données généralement admises à ce sujet, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire ici textuellement la note qu'a bien voulu rédiger pour nous cet observateur :

« Dans une communication faite en 1839, à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, sur la *Marche folliculaire de la dentition chez les ruminants*, John Goodsir annonça l'existence des germes de canines et d'incisives supérieures dans la vache et le mouton. Geoffroy Saint-Hilaire avait déjà décrit des germes dentaires dans la mâchoire inférieure du *Balæna mysticetus*, aussi cette découverte embryogénique rapprochée de données fournies, les unes par l'anatomie comparée, les autres par la paléontologie, devait acquérir une importance considérable dans les sciences biologiques.

» Tous les auteurs, en effet, ont constaté la présence des canines supérieures dans deux ou trois genres de ruminants, et l'existence, en outre, d'une paire d'incisives bien distinctes chez les chameaux et les lamas ; ces derniers, d'après M. Paul Gervais, auraient même deux paires d'incisives supérieures dont une disparaît chez les adultes, mais se voit chez les sujets peu avancés en âge. D'autre part, l'étude des espèces fossiles a montré que les Dremotheriums et les Amphitragalus considérés comme d'anciens ruminants de la tribu des Chevrotains, ont sept molaires, comme les sangliers, comme les hippopotames et la plupart des pachydermes omnivores. (P. Gervais, *Histoire naturelle des mammifères*, t. II, p. 172.)

» Cette assertion de Goodsir venant ainsi à l'appui des faits connus pouvait donc servir de chaînon pour rattacher les uns aux autres des groupes d'animaux séparés jusqu'alors. Aussi, tandis que des naturalistes s'autorisent de cette observation pour modifier la classification des mammifères terrestres polyplacentaires, et remplacer les deux groupes des pachydermes et des ruminants par ceux des proboscidiens, des bisulques et des jumentés (P. Gervais, *Histoire naturelle des mammifères*, t. I, p. XIX), voyons-nous les partisans de la théorie du transformisme saisir avec empressement ce nouvel argument en faveur de leur hypothèse. Dans un article très-intéressant de M. Littré sur les *Hypothèses positives de cosmogonie*, à propos de la théorie

Sa forme est également constante chez les différentes espèces, et tandis que du côté du bord alvéolaire le bourrelet offre sa plus grande largeur, il va de là s'amincissant dans la profondeur du tissu sous-jacent en même temps qu'il se recourbe vers le bord externe de manière à présenter une concavité qui regarde vers la ligne médiane et une convexité qui répond à la joue. Cette extrémité amincie, ce sommet, d'abord mousse et arrondi au début, devient bientôt très-aigu au moment de l'apparition de la première trace du follicule.

Histologiquement, le bourrelet épithélial se compose des mêmes éléments qui constituent le revêtement épithélial de la muqueuse buccale, c'est-à-dire de cellules polyédriques par pression réciproque pourvues de leur noyau, et dont la masse est limitée au niveau des deux côtes et du sommet par une rangée continue de cellules prismatiques. Les cellules qui composent le centre du bourrelet présentent souvent sur leurs bords cette disposition dentelée qui a été signalée par les auteurs pour les cellules de l'épiderme et par laquelle les éléments s'engrènent

de Lamarck, nous lisions encore, il y a peu de temps, les lignes suivantes : « Un des » résultats de cette unité de plan qui a le plus surpris à cause du préjugé métaphysique » que la matière ne fait rien en vain (ce que nous ignorons absolument), est la pré- » sence d'organes abortifs, rudimentaires, qui n'ont aucun usage. Dans l'embryon des » ruminants, de nos bœufs, par exemple, l'intermaxillaire de la mâchoire supérieure » contient des incisives qui ne viennent jamais à éruption et qui par conséquent ne sont » d'aucun service.... Ces parties et d'autres que je pourrais citer sont des parties sans » emploi, des parties appropriées à un office qu'elles ne remplissent pas. L'unité de » plan en rend compte ; puis intervient la théorie du transformisme qui explique com- » ment le non-usage en a provoqué l'avortement confirmé par l'adaptation et par » l'hérédité. »

» Je fus donc fort surpris quand, dans le cours d'études sur l'évolution des follicules, étant amené à vérifier une opinion qui jouissait d'un tel crédit dans la science, je ne trouvai rien qui pût la justifier. Dans une longue série de préparations faites sur des embryons de bœuf et de mouton pris depuis le moment le plus reculé de la vie embryonnaire jusqu'à une longueur de 30 centimètres, non-seulement je n'ai jamais constaté la présence de follicules, mais je n'ai même jamais trouvé trace de la lame épithéliale.

» Je dois dire cependant qu'au commencement de mes recherches, je fus induit en erreur par une apparence trompeuse. Sur des coupes faites tout à fait à la partie antérieure de la mâchoire supérieure du bœuf et du mouton, on trouve en effet, de chaque côté de la ligne médiane, un sac épithélial qui, se détachant de la muqueuse buccale pour s'enfoncer dans la mâchoire, paraît bien constituer le début du follicule

réciproquement. Quant à la couche prismatique, elle n'offre aucune différence avec la couche de Malpighi dont elle dérive d'ailleurs directement (pl. XVI, fig. 2).

Par les considérations qui précèdent, on voit que le bourrelet épithélial que nous venons de décrire n'est qu'un simple prolongement de la couche épithéliale tégumentaire de la bouche qui, en s'enfonçant dans le tissu embryonnaire des arcs maxillaires, s'y creuse pour ainsi dire un sillon qu'il remplit exactement. C'est le sillon qui, sur des mâchoires d'embryons altérées par une macération prolongée, apparaît isolé et vide de son contenu qui s'est spontanément détaché.

Il résulte de là que, dans l'état normal, on ne peut rencontrer à aucune époque de la vie embryonnaire, à la surface du bord alvéolaire, aucune dépression, enfoncement ou perforation quelconque. Or on sait qu'une théorie de l'évolution des dents, émise en 1837 par Goodsir et adoptée depuis par le plus grand nombre

dentaire, tel que le concevait Goodsir (je ne veux point, à ce propos, réfuter ici l'opinion de Goodsir sur la formation et l'évolution des follicules, d'autres que moi se sont chargés de ce soin). Aucune différence ne se constate entre l'épithélium de ce petit sac et celui de la muqueuse buccale dont il ne paraît être qu'une dépression ; la couche muqueuse de Malpighi non interrompue lui forme ainsi un revêtement externe, tandis qu'à son intérieur se trouve un épithélium pavimenteux en tout semblable à celui de la bouche. En s'en tenant là, on peut donc concevoir l'erreur de Goodsir avec l'idée qu'il se faisait du follicule. Mais en continuant à faire des coupes sur la même mâchoire, on voit le petit sac perdre ses rapports avec la muqueuse buccale, pour s'éloigner de plus en plus du plancher de la bouche sous forme de canal circulaire et se rapprocher de la muqueuse des fosses nasales. Bientôt autour de ce canal apparaît un cornet cartilagineux, puis à sa partie supérieure se dessine un bourrelet contenant des vaisseaux et l'on reconnaît l'organe de Jacobson, tel que l'a décrit Gratiolet.

» Il n'y a donc rien là qui puisse être comparé, même de loin, à des germes de canines et d'incisives. L'opinion de Goodsir peut s'expliquer par la fausse idée qu'il se faisait de l'évolution des follicules et parce qu'il n'a pas continué ses recherches sur des préparations s'éloignant de plus en plus de la partie antérieure de la mâchoire, mais elle me paraît devoir être rejetée comme une erreur aussi bien que les conséquences tirées. Non que j'aie la prétention de m'inscrire en faux contre la théorie de la descendance ; certes, de toutes les hypothèses émises sur le développement et la succession des êtres vivants, celle de Lamarck, à laquelle Darwin a ajouté les deux lois de concurrence vitale et de sélection naturelle, est encore la plus satisfaisante et celle qui réunit le plus de preuves en sa faveur ; mais c'est lui rendre service que de la débarrasser d'erreurs qui peuvent devenir des armes contre elle dans la main de ses adversaires. »

des auteurs, était fondée sur un certain mécanisme qui consistait dans la formation du sac folliculaire aux dépens d'une dépression extérieure de la muqueuse buccale. Le décollement par macération de la couche épithéliale pourrait, à la rigueur, donner l'explication de cette erreur, mais rien dans l'état normal ne saurait se prêter en aucune manière à une interprétation de ce genre. La théorie de Goodsir est donc absolument erronée.

§ 2. — De la lame épithéliale. Genèse de l'organe de l'émail.

Nous venons de voir que le bourrelet épithélial continu qui occupe le bord alvéolaire présente dans la profondeur de la mâchoire deux faces, l'une externe convexe, l'autre interne concave. C'est sur un point de cette dernière que se produit ce que nous allons décrire sous le nom de *lame épithéliale*.

Aussitôt qu'est achevé le développement du bourrelet, on voit apparaître à peu près vers le milieu de la face interne, ou parfois sur un point plus rapproché de la surface de la muqueuse, une saillie transversale ou légèrement oblique qui semble être une sorte de diverticulum du bourrelet lui-même. Elle présente une forme un peu aplatie de haut en bas, avec une extrémité arrondie et légèrement recourbée en forme de crosse.

Cette disposition justifie, comme on le voit, complétement le terme de *lame* que nous lui donnons. Elle occupe ainsi, de même que le bourrelet dont elle dérive, toute la longueur du bord alvéolaire.

On peut considérer à la lame épithéliale (pl. XV, fig. 3) une *base* adhérente au bourrelet; un sommet dirigé en dedans dans le tissu embryonnaire et à extrémité mousse; deux faces, l'une supérieure, tournée vers la muqueuse, l'autre inférieure, regardant le fond de l'arc maxillaire.

La composition de la lame est fort simple au début : elle est constituée par une couche centrale de petites cellules polygonales entourée d'une rangée continue de cellules prismatiques; plus tard, on rencontre dans son épaisseur de grandes cellules semblables à celles du bourrelet ou de la couche épidermique. Ces

dispositions sont importantes à noter, car jamais, ainsi que nous le verrons, dans les débris de cette lame ou dans ceux du cordon qui en dérive, on ne retrouve les éléments prismatiques qui en forment le revêtement.

C'est à l'extrémité de cette lame que va se produire l'organe de l'émail, premier vestige du follicule dentaire.

Un léger renflement se montre d'abord à cette extrémité. Ce renflement apparaît rigoureusement au point qui correspond à la position de la dent future : il naît de la sorte un nombre de renflements égal à celui des dents elles-mêmes pour une même dentition (1). Nous donnerons à ce renflement le nom de *bourgeon primitif* du follicule. Ce bourgeon, dérivation immédiate de la lame, reste réuni à celle-ci par une portion amincie en forme de col, qui s'allonge peu à peu en même temps que la masse terminale augmente de volume.

C'est cette masse qui, pendant tout le cours du développement, constituera l'*organe de l'émail*, tandis que le col, par son allongement progressif, ne représente qu'un moyen temporaire d'union avec la lame elle-même.

Le bourgeon primitif présente au début une forme exactement sphérique (pl. XVI, fig. 3). Il se compose d'une couche extérieure de cellules prismatiques, continuation de celles de la lame, et au centre de cellules polygonales dont le diamètre est toujours inférieur à celles qui remplissent la lame elle-même. Ajoutons que dans les progrès de l'évolution ces éléments subissent une

(1) Si une dent surnuméraire vient à se produire, elle résulte vraisemblablement d'une saillie supplémentaire apparaissant sur un point de la lame, intermédiaire à deux saillies normales ou sur un point du cordon, et ce premier développement étant suivi de la série des autres phénomènes, il naît ainsi une dent nouvelle quelle que soit d'ailleurs sa forme. Cette théorie diffère sensiblement de celle qu'a émise Kollmann (*Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie*, XX Bd. p. 176), qui fait dériver une dent surnuméraire de la prolifération des débris du cordon épithélial après sa rupture et la formation complète du follicule. Ce qui infirme l'hypothèse de cet auteur, c'est que d'abord la formation et l'éruption de dents surnuméraires sont ordinairement simultanées à celles des dents normales, et en outre Kollmann n'a pas démontré la formation d'une dent aux dépens des débris du cordon. Nous pensons donc que notre théorie est préférable pour ces raisons à celle de l'anatomiste allemand, d'autant mieux que les dents définitives naissent directement du cordon primitif, comme nous le montrerons plus loin, et non au hasard pour ainsi dire d'un bourgeon quelconque du cordon.

modification qui les transforme en corps étoilés, phénomène qui ne se produit jamais dans ceux du cordon. Ces différences de volume jointes aux circonstances morphologiques nous paraissent suffisantes pour établir dès maintenant une distinction très-nette entre la constitution de la lame et celle des bourgeons qui en émanent. Si nous insistons sur ce point, c'est que les auteurs les plus récents ont créé une confusion entre les deux parties. La différence s'accuse d'ailleurs encore davantage, ainsi que nous le verrons, par les progrès de l'évolution qui amèneront dans le bourgeon une série de phénomènes importants, tandis que les éléments de la lame resteront invariablement de nature exclusivement épidermique.

En continuant son évolution, le bourgeon primitif, qui était d'abord sphérique, devient plutôt cylindrique tout en conservant sa direction horizontale, il s'allonge ensuite notablement suivant la même marche, puis il s'infléchit brusquement pour prendre une direction verticale qui porte son extrémité dans la profondeur de la mâchoire.

Dans cette étendue de son trajet, le bourgeon qui peut prendre justement à ce moment le nom de *cordon primitif* présente une longueur variable suivant les espèces animales et il éprouve en outre certaines inflexions secondaires en rapport avec cette longueur même. Chez l'homme, le cordon reste court; il en est de même chez le chien; mais c'est chez les solipèdes qu'il présente la brièveté la plus grande. Chez le veau et l'agneau particulièrement favorables à ces études, il offre une certaine longueur et il décrit en outre diverses ondulations; toutefois nous ne lui avons jamais reconnu la disposition spiroïde signalée par plusieurs auteurs (1) et qui est si remarquable, ainsi que nous le verrons, pour le *cordon secondaire*, c'est-à-dire celui des dents permanentes.

Ces différences dans la longueur du cordon primitif s'expliquent par les dispositions spéciales des parties suivant, d'une part, les espèces animales dont les mâchoires présentent plus ou moins de hauteur verticale, d'autre part suivant la nature même des dents

(1) Voyez Kollmann, *loc. cit.*

futures. On comprend en effet comment devra être plus étendu le bourgeon d'un follicule de dent permanente, car il doit se prêter au trajet relativement long qu'il doit parcourir pour plonger du point où il naît jusqu'au dessous du follicule temporaire.

Dans le cours de son trajet, le cordon primitif présente en outre quelques particularités dignes d'être notées. Ce sont des phénomènes de bourgeonnements latéraux qui donnent naissance à de petites masses arrondies en forme de varicosités et qui forment comme un chapelet irrégulier (voy. pl. XVII, fig. 2, F). Ces petites masses sont composées exclusivement de petites cellules polyédriques analogues à celles que renferme le cordon lui-même, et ce sont elles qui, plus tard après la rupture du cordon, deviennent le point de départ de ces prolongements épithéliaux si nombreux sur lesquels nous aurons à revenir. Il est bien entendu que nous ne confondons point ici ces bourgeonnements multiples de la continuité du cordon avec la production si spéciale qui donne naissance au cordon du follicule secondaire, point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Après que s'est effectué le changement de direction du cordon qui d'horizontal qu'il était devient vertical, son extrémité renflée en forme de massue prend un plus grand développement, ce qui résulte de la multiplication des cellules polyédriques qu'elle renferme et du revêtement de cellules prismatiques dont le nombre augmente proportionnellement. Cette masse terminale plongée ainsi dans la profondeur du tissu des mâchoires présente assez exactement la forme d'une sphère dont le pôle supérieur répondrait à l'insertion du cordon, tandis que le pôle inférieur libre reste dirigé vers le fond de la mâchoire plus ou moins obliquement vers le côté interne, cette masse représente l'*organe de l'émail.* Peu de temps après, on voit le pôle inférieur se déprimer légèrement par une sorte de refoulement vers le centre, ce qui amène la formation d'une concavité dirigée vers la profondeur. La masse, de sphérique qu'elle était, offre alors la forme d'un capuchon ou de bonnet qui reste toujours suspendu à l'extrémité du cordon (pl. XVI, fig. 1 et 5).

Ce phénomène de refoulement coïncide avec l'apparition d'un

nouvel organe au sein des mâchoires : cet organe est le *bulbe dentaire*. Celui-ci naît en effet au niveau même de ce pôle inférieur. Il apparaît d'abord sous la forme d'un point opaque qui prend rapidement une forme conique dont le sommet s'enfonce ainsi dans la dépression correspondante de l'organe de l'émail. Cette disposition réciproque des deux organes qui se produit dès le début de leur apparition se retrouve dans toutes les phases ultérieures, l'organe de l'émail recouvrant constamment le bulbe dont il suit exactement tous les contours quels que soient la forme de celui-ci et le nombre et la disposition des divisions qu'il peut présenter. Il n'existe d'ailleurs entre les deux organes aucune continuité de tissu à une époque quelconque du développement. La dissection seule, la macération dans les liquides coagulants, de même que l'observation des coupes établissent surabondamment ces particularités. Cette application simple à la surface saillante du bulbe s'arrête toutefois au niveau de la base de celui-ci qui reste adhérente au tissu ambiant et l'organe de l'émail se termine sur ce point en se réfléchissant sur lui-même par un bord arrondi (pl. XVII, fig. 2).

Si nous envisageons maintenant la constitution de l'organe de l'émail, nous voyons que les éléments primitifs, cellules polygonales centrales et couche corticale prismatique, ont éprouvé des modifications notables : on reconnaît en effet que le centre de l'organe est occupé par des éléments d'une forme nouvelle différant essentiellement des cellules du début. Ce sont des corps étoilés composés d'un noyau central entouré d'une masse transparente ou finement granuleuse ramifiée et anastomosée avec les éléments voisins.

Ces corps étoilés n'occupent primitivement que le centre du bourgeon, les parties périphériques conservant leur structure première. Plus tard leur nombre augmente proportionnellement à l'accroissement du volume de l'organe, mais on remarque que toujours les prolongements anastomosés sont d'autant plus longs et plus ramifiés qu'on se rapproche du centre, tandis qu'à la périphérie on éprouve quelque difficulté à distinguer ces prolongements qui sont rudimentaires. Les éléments ainsi configurés sont plon-

gés au sein d'une masse amorphe translucide, coagulable par les acides et ayant la consistance et l'aspect de blanc d'œuf.

La production des corps étoilés au sein de l'organe de l'émail, se fait directement aux dépens des cellules polygonales qui le composent. Elle a lieu de la manière suivante :

Au niveau des lignes d'intersection des petites cellules polygonales primitives, on voit s'interposer une matière amorphe et semi-liquide qui, augmentant peu à peu de quantité, refoule les parois des cellules. Celles-ci perdent dès lors dans une grande partie de leur surface le contact réciproque qu'elles affectaient auparavant, sauf toutefois sur certains points où elles restent adhérentes. Il résulte immédiatement de ce phénomène que le corps de la cellule polygonale primitive éprouve des dépressions multiples s'effectuant de la surface extérieure vers le noyau central et donnant conséquemment à cet élément une forme étoilée.

Dans cette explication, la matière muqueuse de formation nouvelle viendrait s'interposer aux éléments primitifs qu'elle déprime et qu'elle tendrait à isoler s'il ne persistait entre eux des points d'adhérence. Ce sont ces points d'adhérence qui, distendus et allongés par les progrès du développement et l'accumulation de cette matière, arrivent à constituer ces filaments anastomosés qui donnent à l'organe son aspect spécial. Il est remarquable que sur les points de ces cellules polygonales qui restent ainsi en contact dans cette transformation, les lignes d'intersection s'effacent par soudure entière de la substance du corps des cellules, et cela de telle sorte que même par l'emploi des divers réactifs employés pour déceler la segmentation des cellules, on n'arrive à en démontrer aucune trace.

D'après cette théorie, la pulpe étoilée de l'organe de l'émail, dont nous n'avons pas à décrire dans ce mémoire la composition intime, résulterait ainsi d'une simple modification de forme des cellules polygonales primitives avec soudure intime sur certains points de leur péripherie. C'est donc en quelque sorte passivement qu'elles subiraient ce phénomène de dépression sur certains points et d'allongement sur d'autres. L'organe de l'émail doit donc être considéré, malgré la forme étoilée des éléments qui le compose,

comme absolument de nature épithéliale ; toutefois le mécanisme que nous venons de décrire diffère sensiblement de celui qu'ont admis Kölliker (1) et après lui plusieurs anatomistes qui ont prétendu que les cellules primitivement polygonales pouvaient spontanément prendre la forme étoilée. Notre opinion est au contraire conforme à celle de Waldeyer (2), qui le premier a bien examiné et décrit ce phénomène. Déjà bien antérieurement toutefois Huxley (3) avait admis, hypothétiquement il est vrai, que l'organe de l'émail avait une origine épithéliale, mais il n'en avait point indiqué le mécanisme (4).

La métamorphose des éléments polygonaux de l'organe de l'émail commence par le centre et s'étend peu à peu à toute la masse des éléments, de sorte que les cellules étoilées arrivent au voisinage de la couche prismatique. Toutefois on remarque qu'en ce point il reste toujours une légère couche qui ne subit qu'incomplétement la transformation, c'est cette couche qui sera décrite plus tard et que nous désignerons avec Kollmann sous le nom de *stratum intermedium* de l'organe de l'émail.

Quant aux cellules prismatiques que nous avons trouvées identiques de caractères et de dimensions sur tous les points de la périphérie pendant les premiers temps de l'évolution, elles éprouvent des modifications qui surviennent à partir du moment où l'organe de l'émail a pris par suite de l'apparition du bulbe une forme nouvelle.

A ce moment, en effet, les cellules qui tapissent la partie concave de l'organe de l'émail et qui se trouvent en contact avec le

(1) *Histologie humaine*, trad. franç., 1869.

(2) *Untersuchungen uber die Entwicklung der Zähne Zeitschr. f. rat. Med.* 1865, Bd. XXIV, s. 169-213.

(3) *Quart. Journal of microscopical sc.* 1854, p. 55-56.

(4) On n'avait pas jusqu'à ce jour admis, en France, la nature épithéliale de l'organe de l'émail dans lequel on avait décrit les éléments comme des corps fibro-plastiques étoilés (Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 60). Il est cependant un argument tiré de la forme même de ces éléments et qu'on peut invoquer pour combattre cette opinion : c'est que les corps d'apparence étoilée sont constitués par une matière qui a une forme telle que les bords des filaments rayonnés sont toujours concaves dans l'organe de l'émail, tandis que dans les éléments fibro-plastiques étoilés le même contour présente alternativement des surfaces planes ou convexes et des concavités.

bulbe éprouvent une augmentation de longueur, tandis que celles qui restent à la portion convexe de l'organe se sont au contraire notablement atrophiées, et cette différence de dimension s'accuse de plus en plus pendant l'existence de l'organe de l'émail au sein du follicule. Nous verrons même plus tard que cette couche externe finit par disparaître bien antérieurement à l'atrophie complète de l'organe, tandis que les autres persistent pour remplir le rôle important qui leur est dévolu, la formation de l'émail. Les cellules prismatiques de la face concave ou profonde de l'organe de l'émail présentent quelques particularités sur lesquelles nous allons appeler l'attention : primitivement identiques avec celles de la couche de Malpighi dont elles dérivent directement, elles acquièrent outre une augmentation de longueur quelques changements dans leur forme ; l'extrémité de ces cellules, qui répond à la partie gélatineuse de l'organe, s'amincit et s'effile de manière à se terminer par un cône dont le sommet allongé et aminci se continue ou se soude avec les prolongements de cellules étoilées voisines lesquelles constituent une portion du tissu connue sous le nom de *stratum intermedium*.

D'autre part, l'extrémité opposée ou périphérique, c'est-à-dire la base des cellules, prend très-régulièrement l'aspect de l'extrémité d'un prisme, de telle sorte que sa surface de section est régulièrement hexagonale.

Si maintenant on examine à un grossissement de 400 diamètres environ une rangée non déformée de ces cellules, on remarque que le bord libre de cette rangée, c'est-à-dire le point qui répond à la base des cellules, se présente sous l'aspect d'une ligne plus claire que le corps même de la cellule et n'offrant en apparence sur les préparations fraîches aucune solution de continuité. Si on fait le même examen sur des préparations durcies ou si l'on pratique quelques manœuvres de dilacération, on arrive à constater que cette ligne peut se subdiviser en autant de sections qu'il y a de cellules. Toutefois il peut se rencontrer des préparations dans lesquelles une portion plus ou moins étendue de cette ligne se détache sous forme d'un petit lambeau libre. C'est cette disposition purement artificielle, comme on voit, qui pourrait donner lieu, ainsi

que nous le verrons plus loin, à l'hypothèse d'une membrane tapissant intérieurement la couche des cellules. Nous verrons d'ailleurs, en décrivant avec détails ces particularités, que cet aspect n'est pas spécial et exclusif aux cellules de l'organe de l'émail, car on le retrouve partout où il existe des cellules prismatiques pourvues de ce qu'on appelle un *plateau*. Les cellules prismatiques de l'intestin sont, comme on sait, dans ce cas; or, il arrive que suivant le mode de traitement des préparations ce plateau peut rester adhérent isolément à chaque cellule, ou bien se souder à ses voisins de manière à se détacher sous l'aspect d'un véritable lambeau membraniforme.

Quant au noyau des cellules prismatiques de l'organe de l'émail, son siége varie suivant l'époque du développement. Situé au milieu de la cellule lorsque l'organe de l'émail apparaît, on le voit se rapprocher de plus en plus de son extrémité effilée, non point parce qu'il s'est fait une migration, car il ne change pas de place en réalité, mais parce que l'extrémité de la cellule élargie se développant avec une grande énergie, il semble s'être rapproché du côté opposé. Cette différence de développement des deux extrémités des cellules prismatiques est surtout remarquable sur les incisives des rongeurs chez lesquels ces éléments acquièrent une grande longueur.

§ 3. — Origine et formation du bulbe dentaire et de la paroi folliculaire.

Ainsi que nous l'avons vu tout à l'heure, l'organe de l'émail ne tarde pas à perdre la forme sphérique pour prendre l'aspect d'un capuchon ou d'un bonnet. La dépression qu'il subit coïncide avec l'apparition d'une nouvelle partie composante du follicule. Cette partie est le *bulbe dentaire*.

Sur le point du tissu embryonnaire des mâchoires qui correspond à la dépression de l'organe de l'émail on voit apparaître une légère opacité. Cette opacité est due à la production d'éléments nouveaux qui se groupent de manière à former d'abord un petit mamelon arrondi de forme hémisphérique et dont la convexité répond exactement à la dépression de l'organe de l'émail. Ce petit

mamelon qui représente le bulbe dentaire ne conserve cette forme que pendant un temps fort court et bientôt il accuse nettement par sa disposition la configuration de la dent future : ainsi pour les incisives et les canines il prend une forme conique ; pour les molaires chez l'homme et les carnassiers, le mamelon primitif se recouvre bientôt de saillies secondaires en nombre égal aux tubercules de la couronne future. Pour les molaires composées des herbivores et des rongeurs, le mamelon primitif envoie des prolongements qui représentent les divisions de la couronne. Une disposition analogue se retrouve pour les incisives à cornet des solipèdes. Dans toutes ces circonstances, l'organe de l'émail, se laissant pour ainsi dire déprimer par les saillies simples ou multiples du bulbe, reste constamment moulé à la surface de celui-ci.

Si le bulbe dentaire accuse, comme nous venons de le voir, peu de temps après son début la forme de la dent future, il n'en est pas de même de sa direction qui est souvent un peu oblique relativement à l'axe du follicule.

Dans tous les cas, le bulbe, en même temps qu'il se développe en hauteur, éprouve un certain rétrécissement à sa base en forme de collet, là où se réfléchit, comme nous l'avons vu, l'organe de l'émail.

Le point opaque qui représente la première ébauche du bulbe dentaire se compose uniquement d'éléments embryonnaires nucléaires au début, puis de corps fusiformes et étoilés. On remarque aussi qu'à ce moment il pénètre dans la masse une anse vasculaire semblable à celles qu'on trouve dans les papilles de la peau ; nous n'y avons pas rencontré des nerfs à cette époque de l'évolution, ceux-ci apparaissent lorsque le bulbe a pris sa forme mamelonnée.

La constitution anatomique que nous venons de reconnaître au bulbe à son début reste invariable dans tous le cours du développement. Il est toutefois une particularité de sa structure sur laquelle nous devons insister ici, c'est la nature de la superficie de l'organe :

Si l'on étudie en effet la structure du bulbe sur une coupe ver-

ticale, on reconnaît qu'à la limite de l'organe il existe une petite zone claire qui se distingue aisément par sa réfringence du tissu sous-jacent. Cette zone, à laquelle divers anatomistes ont fait jouer un rôle important, n'est autre chose qu'une mince couche de la matière amorphe bulbaire qui sur ce point reste dépourvue d'éléments anatomiques et de granulations. Cette couche de matière amorphe, outre sa transparence, présente une densité un peu plus grande que celle du tissu sous-jacent, de sorte que, dans les manœuvres de dilacération de l'organe, elle se détache parfois sous l'aspect de lambeaux assez nets qui ont pu faire supposer à quelques anatomistes que le bulbe était revêtu d'une membrane isolable (*membrana præformativa* de Raschkow). Nous dirons dans un autre travail quels sont le rôle et la nature de cette couche amorphe, mais nous pouvons déjà avancer que c'est dans ce milieu qu'apparaissent les cellules de l'ivoire.

Dès que la petite masse d'éléments nouveaux qui constitue le bulbe dentaire a pris la forme hémisphérique que nous avons signalée, on voit se détacher de sa base deux prolongements opaques qui paraissent émaner directement du tissu même de ce bulbe et qui se dirigent en divergeant sur les côtes. Ces petits prolongements représentent la première trace de la paroi du follicule futur (pl. XVII, fig. 2, I).

Si à ce moment, on étudie la constitution de ces deux prolongements, on les trouve exactement composés des mêmes éléments que le bulbe dont ils émanent. Puis, à mesure que celui-ci se développe, les deux prolongements s'allongent, se recourbent l'un vers l'autre de manière à embrasser dans leur double concavité non-seulement le bulbe, mais aussi l'organe de l'émail qui lui reste, comme on sait, constamment superposé. De cette manière, la paroi folliculaire, qui n'est d'abord qu'une sorte de collerette fixée au collet du bulbe, arrive peu à peu à constituer un sac qui enferme et isole finalement la totalité des deux organes de l'émail et de l'ivoire. A ce moment, la paroi folliculaire peut être considérée comme une sorte de manchon renflé au centre, dont l'ouverture profonde répond à la base ou collet du bulbe autour duquel il reste inséré, tandis que l'ouverture opposée ré-

pond au col de l'organe de l'émail, c'est-à-dire au point où celui-ci est adhérent au cordon épithélial. Enfin ce cordon, sur le point qui correspond à l'orifice du sac folliculaire, éprouve une interruption par suite de la résorption de ses éléments constitutifs, interruption due sans doute à la compression ou à l'étranglement qu'il subit, et la paroi du follicule se clôt en ce point même. L'organe de l'émail perd ainsi les connexions qu'il avait conservées jusqu'alors avec la lame épithéliale, et le follicule dentaire se trouve définitivement constitué.

Cette paroi composée au début, ainsi que nous l'avons vu, d'éléments embryoplastiques, prend peu à peu l'aspect d'une membrane lamineuse distincte et séparable des tissus adjacents, sauf toujours à la base du bulbe, où elle reste fixée.

Kölliker et la plupart des auteurs décrivent à cette paroi deux lames concentriques et admettent encore avec Huxley que la couche transparente qui revêt le bulbe (*membrana præformativa* de Raschkow) se réfléchit à sa face interne et la tapisse dans toute son étendue. Nous réservons pour un autre travail l'étude de ces différentes particularités de structure.

Au moment du développement auquel nous sommes arrivés dans notre description, le follicule est achevé et clos. Si alors nous en examinons la constitution générale, nous le trouvons composé de dehors en dedans (pl. XVIII, fig. 1) :

1° De la *paroi folliculaire* qui le tapisse dans toute sa surface, sauf toujours la base du bulbe qui reste libre (I) ;

2° De l'*organe de l'émail* sous-jacent à la paroi folliculaire qu'il suit dans toute son étendue, de telle sorte que si par sa face externe il répond à cette paroi, il est par sa face profonde en contact immédiat avec le bulbe (G) ;

3° Enfin du *bulbe* lui-même qui occupe le fond et le centre du sac folliculaire (H).

En dehors de ces trois parties fondamentales, aucune autre substance ne trouve place dans la constitution du follicule. L'organe de l'émail remplit en effet exactement tout l'intervalle compris entre la paroi et le bulbe, et il descend sur les côtés de celui-ci, jusqu'au cul-de-sac qui résulte en ce point de la réflexion de la

paroi. En ce dernier lieu, l'organe de l'émail forme un bourrelet arrondi au niveau duquel a lieu cette délimitation entre les cellules prismatiques de la face concave de l'organe et celles de sa face convexe. Cette délimitation n'est d'ailleurs pas artificielle ; elle résulte d'une part de différences anatomiques, et d'autre part du rôle physiologique auquel sont appelées les cellules de la face profonde, tandis que la couche externe s'atrophie rapidement et disparaît. C'est cette couche prismatique profonde qui constitue, ainsi que nous le verrons, la rangée des cellules de l'émail (membrane adamantine), aussi persiste-t-elle très-longtemps dans la composition du follicule, non-seulement après la disparition de la couche externe, mais même après l'atrophie de la partie gélatineuse de l'organe de l'émail. Ajoutons de suite que chez les rongeurs, dont les incisives croissent, comme on sait d'une manière continue, cette couche de cellules persiste pendant toute la vie sur une partie de la face antérieure ou convexe de ces dents.

Cette constitution du follicule composé de trois parties fondamentales paraît être propre au follicule de l'homme, des carnivores et en général de tous les mammifères dont les dents sont dépourvues de cément coronaire ; mais si l'on vient à observer un follicule chez un embryon de solipède, on constate que, même longtemps avant la formation du premier chapeau de dentine, il existe entre la paroi et les organes sous-jacents un nouveau tissu bien distinct des parties voisines par sa couleur, sa consistance et sa composition intime ; c'est cet organe auquel sera dévolu ultérieurement le rôle de la formation du *cément*. Nous n'avons pas à le décrire ici, car il n'apparaît chez certaines espèces animales qu'après l'achèvement de la formation du follicule ; nous l'étudierons plus loin avec détails. Ce que nous voulons simplement établir dès à présent c'est son existence incontestable dans les follicules des dents à cément coronaire (1) ; ce fait est tellement précis

(1) Cet *organe du cément* que l'on trouvera constamment dans le follicule des molaires des herbivores, dans celui des incisives et des molaires des solipèdes, a été décrit, pour la première fois, en France (Voyez E. Magitot, *Du développement et de la structure des dents*. Thèse inaugurale, 1858, p. 80). Il a été de nouveau étudié quelques années plus tard (Robin et Magitot, *loc. cit.*, 1861, p. 145 et suiv.). Depuis

que dans le simple examen d'un follicule on peut par la constatation de la présence ou de l'absence de cet organe, conclure que la dent future présentera ou ne présentera pas de cément coronaire.

Le follicule dentaire dont toutes les parties composantes sont ainsi groupées et réunies dans un même sac a une forme générale ovoïde. Son volume, très-variable suivant les espèces animales et la nature des dents auxquelles il correspond, ne saurait être déterminé d'une manière exacte. Une fois achevé, il reste inclus au sein du tissu embryonnaire des mâchoires avec lequel il conserve une certaine continuité, du moins au début. Isolé ainsi au fond des mâchoires il a perdu, par la rupture du cordon, sa communication avec la muqueuse, et il n'en présente pas encore avec l'os maxillaire, car la formation des cloisons alvéolaires ne s'effectue que plus tard.

Le réseau vasculaire qui se ramifie dans le follicule provient de diverses sources et pénètre du tissu ambiant dans le bulbe dentaire et dans la paroi, tandis que l'organe de l'émail est, comme on sait, dépourvu de vaisseaux.

La direction du follicule, c'est-à-dire le grand axe de l'ovoïde qu'il représente, est assez variable : régulièrement vertical chez l'homme et les carnivores, il présente chez les herbivores une certaine obliquité principalement marquée pour les follicules des incisives. Ceux-ci ont en effet une direction oblique et divergente comme en éventail, ce qui est d'ailleurs tout à fait conforme à l'inclinaison même de l'arcade alvéolaire (pl. XVI, fig. 5, et pl. XVII, fig. 4). On peut d'ailleurs dire que, d'une manière générale, l'axe du follicule est déterminé par l'axe du bulbe, et qu'il est rigoureusement identique avec celui du bulbe alvéolaire pour chaque espèce en particulier. Quant à son siége au sein des mâchoires, il diffère également suivant les espèces : assez

lors, son existence paraît n'avoir été reconnue par aucun anatomiste ; bien plus, dans les derniers travaux publiés en Allemagne par Kölliker, Waldeyer, Hertz, Kollmann, etc., sa présence a été formellement niée. Notre surprise est grande de voir contestée ainsi presque systématiquement un fait anatomique si évident, et il nous sera facile d'établir, une fois de plus, la réalité de cette découverte. C'est ce que nous ferons dans notre second Mémoire.

rapproché de a muqueuse chez l'homme, les carnivores et les solipèdes chez lesquels le cordon épithélial est conséquemment assez court, il est situé plus profondément chez les herbivores (agneau, veau), et le cordon dans ce cas acquiert une longueur proportionnelle.

§ 4. — Phénomènes consécutifs à la formation du follicule et à la rupture du cordon épithélial.

Aussitôt que le follicule dentaire se trouve clos et isolé après la rupture du cordon épithélial, divers phénomènes se produisent au dehors de cet organe au sein du tissu embryonnaire ambiant, dans la région comprise entre le sommet du follicule et la couche épithéliale de la gencive. Ces phénomènes ont pour siéges principaux la lame épithéliale et le cordon lui-même.

En effet, la lame épithéliale, une fois privée de sa continuité avec le follicule, devient le siége d'une véritable multiplication des éléments qui la composent. Cette multiplication amène la production de bourgeons irréguliers, se dirigeant dans différents sens au sein du tissu embryonnaire. Ces bourgeonnements ont les formes les plus diverses : tantôt ce sont de simples cylindres restant unis par un pédicule plus ou moins étroit à la lame primitive ; tantôt ce pédicule se résorbe et une masse épithéliale se trouve ainsi isolée (pl. XVIII, fig. 2, F).

Ces masses sont formées uniquement de grandes cellules polygonales semblables à celles qui se trouvent au centre de la lame épithéliale, mais elles n'ont jamais, comme cette dernière, une enveloppe de cellules prismatiques. Très-fréquemment, en outre, des groupes de ces éléments affectent la forme de globes épidermiques en tous points semblables à ceux qu'on rencontre parfois au sein de la lame épithéliale elle-même (pl. XVIII, fig. 3, F). Ce sont ces diverses dispositions qui rendent compte de la présence de ces masses épithéliales de forme si variées et jusqu'ici inexpliquées qu'on rencontre dans presque toutes les coupes pratiquées sur les mâchoires à cette époque de l'évolution.

Ces phénomènes de bourgeonnements s'arrêtent à un certain

plus voisins du follicule et qui se propagent ainsi de proche en proche pour constituer à la paroi ce revêtement réticulé (1).

Cet ensemble de phénomènes de prolifération épithéliale répond donc à un seul et même processus. La lame épithéliale en est le siége primitif, puis les bourgeons se répandent de là dans le cordon et enfin jusqu'à la surface de la paroi folliculaire. Il y a continuité directe entre eux; ils offrent la même constitution anatomique et tous finissent par se résorber entièrement et disparaître.

Nous avons indiqué plus haut l'époque à laquelle débutent les phénomènes de bourgeonnement. C'est au moment où le cordon épithélial a achevé son trajet et porté l'organe de l'émail au point où il effectuera son évolution ultérieure, peu de temps après la formation du bourgeon du follicule définitif. Quant à la disparition, elle correspond à une période variable suivant les espèces animales. Dans l'embryon humain, on retrouve les débris du cordon des follicules primitifs jusqu'au delà de l'époque de formation des follicules permanents, et c'est vraisemblablement pendant le mouvement d'éruption que les bourgeons s'atrophient; il en est à peu près de même chez le chien. Sur des embryons de veau et d'agneau, il nous a semblé que cette disparition était notablement plus précoce, mais nous croyons pouvoir dire d'une manière générale que c'est vers l'époque de l'éruption qu'elle est complète.

La signification physiologique de ces phénomènes nous paraît difficile à déterminer. Nous n'avons pas d'opinion personnelle à émettre à cet égard, toutefois nous dirons qu'en raison de leur mode d'évolution et de leur structure on ne saurait leur attribuer un rôle quelconque de nature glandulaire, ainsi qu'on l'a supposé (2).

(1) Il n'est pas inutile de faire remarquer à cette occasion que la multiplication des cellules polyédriques s'effectue dans tous les bourgeons divers en dehors de toute intervention de cellules prismatiques, contrairement à ce qu'on observe pour les cellules de la couche profonde de l'épiderme, qui toutes passent, comme on sait, par l'état de cellules prismatiques.

(2) On sait, en effet, que Serres avait décrit dans l'épaisseur de la muqueuse des mâchoires des glandes spéciales, *glandes tartariques*, idée à laquelle s'étaient rattachés Kölliker, Todd, Bowmann, etc. Cette opinion est inadmissible en raison de la

Pendant que toutes ces modifications s'effectuent aux dépens des débris épithéliaux du cordon et de la lame, le tissu embryonnaire dans lequel sont plongés les follicules change aussi de nature, et l'on y rencontre des éléments lamineux formant un réseau lâche et transparent.

Le tissu osseux du maxillaire, dont on n'apercevait aucune trace à l'époque de la naissance du cordon primitif, se produit en premier lieu vers la base du follicule, où il représente bientôt la forme d'une bande ou cordon continu qui a pour rôle immédiat de séparer par une cloison horizontale la gouttière des follicules du canal réservé aux vaisseaux et au nerf dentaires. De cette bande primitive se détachent ensuite latéralement des prolongements qui s'élèvent sur les parois des mâchoires et complètent la gouttière folliculaire qui reste longtemps unique, c'est-à-dire sans subdivision alvéolaire. Ce n'est que plus tard, après le début du développement de la couronne, que les cloisons secondaires se détachent et constituent à chaque follicule une loge qui n'est ouverte que vers la muqueuse.

Le réseau vasculaire du tissu qui entoure le follicule est extrêmement riche, et les anses arrivent jusqu'au contact de la paroi dans l'épaisseur de laquelle elles se ramifient jusqu'à la limite de l'organe de l'émail.

Quant au bulbe, sa vascularisation est entièrement distincte, sans anastomose avec le réseau précédent. Nous aurons du reste l'occasion de revenir ultérieurement sur ces particularités quand nous traiterons de la morphologie et de la structure du follicule.

§ 5. — Lieu et mode d'origine du follicule des dents permanentes.

Le problème de l'origine des follicules des dents permanentes est un de ceux qui ont particulièrement attiré l'attention des derniers auteurs qui ont étudié l'évolution des dents. C'est aussi l'un de ceux que nous avons poursuivis avec le plus de soin et de

nature anatomique de ses masses épithéliales, et, en outre, parce que la production du tartre répond à un tout autre phénomène.

patience, et nous pouvons dire que nous avons réussi à le déterminer avec la plus grande rigueur.

Depuis les travaux de Goodsir, la plupart des anatomistes avaient admis, sans examen et sans contrôle, que le follicule des dents secondaires naissait d'un repli du sac qui représentait le follicule primitif. Cette explication n'est pas plus conforme aux faits que la théorie de la formation du sac des dents temporaires par un renversement de la muqueuse. Nous avons déjà exprimé notre opinion sur cette hypothèse et nous y reviendrons en terminant ce travail. La théorie de Goodsir restera donc aussi erronée pour ce qui regarde les dents permanentes que pour les dents temporaires.

Nous devons dire toutefois que Kölliker et Waldeyer se sont approchés de la vérité en indiquant et en figurant certains prolongements du cordon primitif destiné à devenir le cordon secondaire; mais dans le plus récent des travaux publiés en Allemagne, celui de Kollmann, l'interprétation précédente n'est pas adoptée (1), et cet anatomiste fait provenir le cordon des dents permanentes des débris du cordon primitif qui, après sa rupture, produit ces divers bourgeonnements ou masses épithéliales que nous avons décrits plus haut. C'est de l'un de ces débris que partirait le cordon destiné à représenter l'organe de l'émail de la dent future. C'est encore de cette manière que, d'après Kollmann, s'expliquerait, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, la production des dents surnuméraires. Cette nouvelle théorie est également erronée, et si l'auteur allemand s'est laissé séduire par quelques apparences de nature à donner créance à son opinion, c'est qu'il a négligé de suivre rigoureusement dans leurs phases physiologiques successives les phénomènes de cette évolution spéciale.

Du reste, le mode d'origine des follicules des dents permanentes est un phénomène complexe, en ce sens qu'il n'est pas identique pour toutes les dents de la seconde dentition. Il est tout différent suivant que telle dent permanente a été précédée d'un follicule temporaire correspondant, ou que telle autre est

(1) Kollman, *loc. cit.*

apparue au sein des mâchoires en l'absence de toute dent temporaire préalable. Il y a donc là une première distinction importante à établir, et tandis que vingt dents permanentes correspondantes aux vingt dents de première dentition se forment d'une façon identique, les douze autres, qui sont les molaires de l'adulte, apparaissent par un mode différent de genèse.

C'est sur un nombre considérable d'embryons de mammifères répondant à une série de phases successives du développement, qu'il nous a été possible de fixer les faits que nous allons établir :

Si l'on étudie, par exemple, des coupes pour l'examen microscopique pratiquées sur des mâchoires d'embryons humains mesurant 20 centimètres du vertex aux talons, on constate qu'il existe constamment au niveau du point de jonction du cordon primitif avec l'organe de l'émail de la dent temporaire, un *bourgeon* en forme de cylindre plus ou moins renflé à son extrémité, ce qui lui donne l'aspect d'une petite massue (pl. XIX, fig. 1, K). Un faible grossissement de 100 à 200 diamètres permet de le voir très-nettement. Ce bourgeon se dirige plus ou moins verticalement vers la partie profonde des mâchoires entre la paroi osseuse alvéolaire et le follicule primitif sur la face interne ou buccale de celui-ci. Il est constitué des mêmes éléments que le cordon primitif dont il n'est en réalité qu'un véritable diverticulum : ce sont les mêmes cellules polygonales recouvertes d'une couche unique de cellules prismatiques. C'est ce bourgeon qui représente la première ébauche des dents permanentes : chacun des vingt follicules de la première dentition présente en effet à la même époque un mode de genèse identique, et c'est de la sorte à un fait physiologique uniforme que les dents de la première dentition doivent leur remplacement par un nombre égal de dents de la seconde dentition.

Aussitôt que ce bourgeon a pris un certain développement, on peut suivre aisément les phénomènes ultérieurs dont il est le siége. On le voit s'enfoncer profondément au fond de la gouttière dentaire, puis il s'isole des follicules primitifs sur le point même qui a été primitivement siége de sa naissance. De la sorte, le follicule primitif devient indépendant de toute connexion de voisinage et continue ainsi son évolution individuelle

tandis que le bourgeon secondaire reste adhérent au cordon primitif et par lui à la lame épithéliale et à la muqueuse. C'est ce dernier état observé sans tenir compte des phases antérieures et des phases ultérieures du développement, qui a pu faire croire que le cordon des dents permanentes naissait des débris du cordon primitif ou directement de la lame épithéliale (pl. XIX, fig. 2, K).

La descente du bourgeon secondaire est bientôt suivie de toute la série des phénomènes communs à toute évolution folliculaire, c'est-à-dire la naissance d'un *bulbe*, sur le point culminant de la masse qui termine le bourgeon devenu organe de l'émail; sa dépression pour loger l'organe nouveau, l'apparition de la paroi folliculaire qui s'élève sur les côtés pour atteindre le col du nouvel organe de l'émail et constituer par sa soudure le follicule secondaire, etc.

Pendant le temps que mettent à s'accomplir ces phases de développement, on voit survenir certaines modifications dans les régions qui avoisinent le follicule primitif; au niveau du point où s'est effectuée la rupture du cordon secondaire, et l'isolement du follicule primitif, le tronçon du cordon qui reste adhérent à ce dernier devient le siége de ces fragmentations avec bourgeonnements et multiplication des débris sur lesquels nous avons longuement insisté dans le paragraphe précédent. L'époque qui correspond au début de ces phénomènes est celle où l'embryon humain mesure 23 centimètres.

Chez les embryons d'autres mammifères, ces faits qui ont toujours pour point de départ le moment de la rupture du cordon, nous ont paru se produire un peu plus tôt relativement à la durée de la gestation. Il en est ainsi chez le cheval et le veau. En outre, chez les animaux, le bourgeon secondaire naît sur un point un peu plus éloigné du follicule primitif, c'est-à-dire dans le parcours du cordon de la lame épithéliale au sommet de celui-ci; le mouton est également dans ce cas. Quelques différences s'observent aussi relativement à la direction de ce cordon secondaire dans les différentes espèces : ainsi, tandis que chez l'homme nous lui avons reconnu une direction verticale, chez les herbivores il affecte une direction très-oblique, de telle sorte que porté du côté externe,

non loin de la lame épithéliale avec laquelle il reste en connexion, il passe au-dessus du follicule temporaire suivant une ligne courbe qui le conduit au côté interne de ce dernier. On peut voir nettement cette disposition sur les coupes de mâchoires de veau, de mouton et de cheval dans la région incisive.

L'origine et la direction de ce cordon secondaire n'entraînent pas un rapport absolu avec sa longueur, car chez l'homme où sa direction est verticale il est plus long que chez le cheval où il est curviligne. D'une manière générale, sa dimension est subordonnée à la hauteur même du bord alvéolaire et à la direction du follicule primitif. Chez l'homme, chez les carnivores, cette hauteur est relativement plus considérable et de plus l'obliquité si grande qu'affectent les follicules primitifs des incisives des herbivores permet au bourgeon secondaire de franchir directement l'arc maxillaire pour se placer après un trajet fort court au côté interne du follicule primitif où il effectue son évolution complète.

Dans sa progression au sein des mâchoires, le cordon du follicule secondaire offre une forme spéciale : il est constamment disposé en spirale (pl. XIX, fig. 3, I), et son aspect rappelle parfaitement celui des glandes sudoripares dans leur trajet épidermique. Cette physionomie particulière est tellement accusée pour le cordon des dents permanentes qu'elle devient un caractère propre à le distinguer du cordon temporaire, lequel peut décrire quelques sinuosités, mais n'est jamais si franchement spiroïde; cette différence a d'ailleurs pour explication la nécessité, pour le cordon secondaire, de parcourir un trajet plus long dans un maxillaire plus développé et de conduire le follicule futur jusqu'au-dessous du follicule temporaire.

Les flexuosités spiroïdes du cordon secondaire sont surtout très-marquées au voisinage de son point d'origine et dans la première moitié de son trajet; puis, quand on se rapproche de son extrémité, elles diminuent et disparaissent enfin complétement pour faire place à un petit renflement arrondi en forme de massue, qui rappelle exactement la disposition que nous avons décrite à l'extrémité du cordon primitif : ce renflement représente l'*organe de l'émail* de la dent permanente.

§ 6. — Chronologie du follicule dentaire ou époques d'apparition de ses diverses parties composantes.

Dans le cours de nos recherches sur le mode de formation du follicule dentaire des mammifères, nous avons été constamment préoccupés d'une question importante, celle qui est relative à la fixation des époques auxquelles apparaissent les divers organes qui concourent à la constitution de cet organe.

Cette étude devait nécessiter l'emploi d'un grand nombre d'embryons tant de l'homme que des principaux mammifères domestiques sur lesquels portaient nos observations. Un autre point du problème consistait à déterminer exactement l'âge de ces embryons eux-mêmes, ce qui, en l'absence de renseignements sur l'époque exacte de la conception, ne pouvait être résolu le plus souvent que par leur mensuration. Or, leurs dimensions qui correspondent, il est vrai, pour l'homme, d'après les documents recueillis par les auteurs, à des âges bien déterminés, n'ont pas été jusqu'à ce jour, en ce qui concerne les divers mammifères, aussi exactement rapportées aux phases successives de la vie embryonnaire. Il résulte de là que si, pour l'espèce humaine, nous sommes en mesure de donner les âges exacts de la vie embryonnaire correspondant à tel ou tel état de l'évolution folliculaire (1), il n'en pourra être de même pour d'autres espèces de mammifères au sujet desquels les tables chronologiques manquent de rigueur suffisante (2).

En ce qui concerne l'homme, chez lequel cette étude offre le plus d'intérêt et le plus grand nombre d'applications, nous avons pu recueillir un grand nombre d'observations sur une série d'embryons depuis l'époque où ils mesurent 3 centimètres de longueur totale, ce qui correspond à la septième semaine, jusqu'au moment où il atteint 37 centimètres, c'est-à-dire six mois et demi. Cette

(1) Voyez la table de l'âge de l'embryon humain d'après sa dimension prise du vertex au talon, in *Dictionnaire de médecine* de Littré et Robin, 13e édition, 1872, art. FŒTUS, p. 616.

(2) Voyez Colin, *Physiologie comparée*. 1873, 2e édition, t. II.

première série nous a permis de fixer toutes les périodes d'évolution des follicules de la première et une partie de celles de la seconde dentition. Quant aux autres phases de cette dernière, nous les avons établies par l'étude des sujets voisins du terme ou chez des nouveau-nés de divers âges.

Le plus petit de ces embryons, celui de 3 centimètres (septième semaine), dont nous avons fait des coupes portant sur la totalité de la tête (pl. XV, fig. 1), nous a permis de déterminer qu'à cette période on ne rencontre encore de point d'ossification sur aucune partie du crâne ou de la face ; seule la mâchoire inférieure présente quelques travées osseuses rudimentaires au voisinage du cartilage de Meckel, ce qui est conforme à une observation déjà faite dans un travail français (1).

A ce moment, les mâchoires n'offrent à considérer, au point de vue de l'évolution folliculaire, que l'existence du bourrelet épithélial, lequel est identique avec les deux mâchoires (pl. XV, fig. 1, d,d'). Ce bourrelet offre tous les caractères que nous lui avons assignés plus haut. Il n'y a pas trace de *lame épithétiale*. Le follicule n'est donc pas encore apparu dans ces premiers rudiments.

Le deuxième embryon soumis à notre observation avait 5 centimètres 1/2, soit deux mois, et, à cette époque, nous avons constaté que les gouttières dentaires commencent à se former : les cordons épithéliaux représentant l'organe de l'émail sont très-nettement détachés, et le bulbe dentaire apparaît déjà, sous forme d'un point opaque, dans l'endroit que nous avons assigné à sa genèse. Cette période du développement, comparée à l'état précédent, nous a permis ainsi de fixer de la septième à la huitième semaine l'apparition de la lame épithéliale et vers la huitième semaine la genèse de l'organe de l'émail du cordon épithélial. En outre, une remarque importante que nous avons pu faire, c'est que l'évolution est au même degré aux deux mâchoires, ainsi que pour tous les follicules de la première dentition. Qu'il s'agisse des incisives, des canines ou des molaires,

(1) Voyez Ch. Robin et E. Magitot, *Mémoire sur le cartilage de Meckel*, in *Annales des sc. nat.* 1862, 4e série, t. XVIII, pl. XVI, fig. 5 et 7.

l'état du développement est identique. Ces données, qui nous paraissent présenter un degré suffisant de précision, sont de nature à modifier les chiffres fournis à cet égard par un travail antérieur (1) dans lequel on assigne au début de l'évolution folliculaire le soixantième ou soixante-cinquième jour, ce qui correspondrait à la neuvième semaine. Le phénomène est donc notablement plus précoce. De plus, l'évolution, d'après les recherches dont nous parlons, présenterait à la mâchoire supérieure un certain retard sur l'inférieure, ce que nous n'avons pas constaté.

Sur un troisième embryon de 7 centimètres 1/2, correspondant à la onzième semaine, nous avons reconnu que le développement, toujours identique avec les deux mâchoires, et pour chacun des follicules de la même dentition, était parvenu à cet état où, le cordon folliculaire restant entier, le bulbe est constitué, unicuspidé pour les incisives et les canines, multicuspidé pour les molaires ; la paroi folliculaire se détache de la base de ce bulbe, mais n'est pas encore réunie au sommet du follicule. Il n'existe à ce moment aucune trace du cordon des dents secondaires. Le bulbe est constitué par de la substance amorphe et des noyaux ; sa couche superficielle, d'apparence membraneuse, se constate ; l'organe de l'émail est franchement étoilé, et la couche d'épithélium périphérique a déjà éprouvé un commencement d'atrophie relativement à la couche profonde.

Un quatrième embryon de 11 centimètres, soit douze semaines, nous a permis de constater que les follicules n'étaient pas clos et qu'aucune trace de chapeau de dentine, c'est-à-dire d'apparition première d'ivoire, n'était encore appréciable. L'état était resté le même sur un embryon de 15 centimètres, c'est-à-dire âgé de treize semaines.

C'est sur un embryon de 20 centimètres, soit au commencement du quatrième mois, que nous avons recueilli des observations précieuses sur certaines phases ultérieures de l'évolution : en effet, à cette époque, le cordon folliculaire primitif n'est pas encore rompu, le follicule n'est pas clos. On aperçoit manifeste-

(1) Voyez Robin et Magitot, *De la genèse et du développement des follicules dentaires*, *loc. cit.*, p. 26.

ment un petit chapeau de dentine très-nettement dessiné sur certains follicules et non sur toute la série de la même dentition temporaire. En effet, c'est au moment de la genèse des premières traces d'ivoire que se dessine la première différence chronologique entre les divers groupes de follicules. Ainsi, tandis que les incisives et les canines sont pourvues d'un chapeau de dentine embryonnaire, les molaires ne le présentent qu'environ une semaine plus tard. Le bulbe a donc tout à fait la forme de la dent future; sa base est étranglée et reçoit les prolongements latéraux de l'organe de l'émail encore complétement constitué avec sa couche interne de cellules pourvues du *stratum intermedium* très-accusé.

Enfin, c'est à cette époque qu'apparaît le premier bourgeonnement émanant du cordon primitif et destiné à former le *cordon secondaire* ou l'organe de l'émail des dents de seconde dentition. Ce bourgeon est au même état pour toutes les dents des deux mâchoires.

Sur un embryon voisin du précédent, long de 23 centimètres 1/2 et correspondant à la dix-huitième ou dix-neuvième semaine, nous avons fixé l'époque à laquelle a lieu la séparation du cordon secondaire avec le follicule primitif. Celui-ci s'isole de la sorte de la lame épithéliale et continue son évolution sans aucune connexion avec la muqueuse (pl. XIX, fig. 2). Le follicule permanent de son côté reste en continuité avec le cordon et par celui-ci à l'épithélium. Si nous appelons l'attention sur cette disposition, c'est parce que, en négligeant de tenir compte des phases successives de l'évolution, on serait tenté de croire que le follicule des dents permanentes naît directement de la lame épithéliale et non du cordon des dents temporaires. Ce dernier mode de genèse est, au contraire, très-précis et tout à fait invariable pour tous les follicules des dents permanentes précédées de dents temporaires correspondantes, soit par conséquent pour vingt dents de la seconde dentition : les huit incisives, les quatre canines et les huit prémolaires. Nous allons voir qu'il n'en est pas de même des autres follicules des dents permanentes.

En effet, les coupes pratiquées sur les mâchoires de ce même

embryon de 20 centimètres nous ont permis de préciser un fait très-important, c'est le mode et l'époque de la genèse du cordon de la première molaire permanente, qui n'est pas, comme on sait, précédée d'une dent temporaire correspondante. Cette genèse s'effectue à l'extrémité de la lame épithéliale et, comme chez l'embryon dont nous parlons le cordon épithélial présentait déjà une assez grande étendue, nous sommes autorisés à conclure que son apparition répond à la dix-septième semaine environ (pl. XX, fig. 2).

A cette époque de la séparation des follicules temporaires et du cordon des permanents correspondants apparaît encore la première trace des phénomènes de bourgeonnements et proliférations diverses des débris de ce cordon primitif et des masses épithéliales de la paroi, particularités qui ont été pour la première fois décrites en France (1).

D'autres embryons humains variant de dimension entre 27 et 37 centimètres et davantage nous ont permis de fixer les phases ultérieures de l'évolution aussi bien des follicules temporaires que de ceux des dents permanentes. Ces études successives nous ont ainsi conduits jusqu'à l'époque de la naissance et aux premiers temps de l'enfance.

C'est alors que nous avons pu établir deux points qui restaient à élucider dans cet ordre de recherches, à savoir : le mode et l'époque d'évolution du follicule de la seconde molaire permanente, et de la troisième molaire ou dent de sagesse.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus à cet égard sont les suivants :

Lorsque sur des coupes des mâchoires, pratiquées chez un nouveau-né de deux à trois mois, on observe la région occupée par le follicule de la première molaire permanente, on reconnaît que le cordon épithélial de celle-ci présente un prolongement cylindrique dirigé horizontalement en arrière et terminé par une extrémité arrondie (pl. XX, fig. 3, K). Ce prolongement est le premier début du follicule de la deuxième molaire permanente.

(1) Voyez Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 75.

Ainsi se trouve fixée au troisième mois de la naissance l'origine de ce follicule.

Les phénomènes d'évolution de la dent de sagesse se rencontrent aux époques que voici :

C'est vers la troisième année que le bourgeon épithélial se détache du cordon de la molaire précédente, c'est-à-dire de la deuxième molaire permanente ; on peut regarder cette date comme à peu près certaine, d'après de nombreuses observations, et bien que les difficultés dont nons avons parlé nous aient empêché de suivre d'une manière très-rigoureuse les phases ultérieures de l'évolution. Ce qui est hors de doute, c'est qu'un petit chapeau de dentine est visible vers la douzième année.

Sans pousser plus loin cette longue analyse des préparations si multipliées que nous avons dû faire, nous allons les résumer en un tableau d'ensemble dans lequel se trouvent indiquées toutes les époques correspondant aux phases successives de l'évolution folliculaire. Ce tableau est le premier qui ait encore été donné d'une manière aussi complète avec les indications rigoureuses de la dimension et de l'âge des embryons.

L'examen de ce tableau permet d'envisager, par un coup d'œil d'ensemble, toutes les phases successives de l'évolution dentaire chez l'homme. Les indications qu'il fournit reposent sur l'examen d'un nombre considérable de pièces ; elles nous paraissent donc présenter une grande précision. Elles ont en outre, en dehors de leur intérêt physiologique, une portée importante, tant au point de vue de la tératologie si complexe du système dentaire, qu'au point de vue plus particulièrement chirurgical. On y trouvera en effet des données précieuses à l'égard de certaines anomalies, soit dans le siége, soit dans la direction, soit encore dans les dispositions diverses du système dentaire. Elles éclairent, en outre, la pathogénie de certains kystes qui ont pour siége le follicule dentaire, et elles permettront de fixer l'époque du début de ces productions pathologiques ainsi que celle de certaines lésions de nutrition, les odontomes par exemple. Nous le croyons donc appelé à un certain nombre d'applications utiles.

Pour ce qui concerne les autres espèces de mammifères sur les-

Chronologie du follicule dentaire chez l'homme.

DÉSIGNATION des follicules.	LIEU de la genèse du cordon.	DÉBUT de l'organe de l'émail.	APPARITION du bulbe.	APPARITION de la paroi folliculaire.	CLOTURE du follicule. Rupture du cordon.	APPARITION du chapeau de dentine.	ÉPOQUE d'éruption de la dent.	ÉPOQUE de la chute spontanée.
A. *Dentition temporaire.*								
Incisives centrales inférieures	Lame épithéliale.	de la 7e à la 8e semaine.	9e semaine.	10e semaine.	Commencement du 4e mois.	16e semaine.	6e mois.	7e année.
— supérieures.							10e mois.	7 ans 1/2.
Incisives latérales inférieures							16e mois.	8e année.
— supérieures.							20e mois.	
Canines inférieures							Du 30e au 32e mois.	12e année.
— supérieures								
Premières molaires inférieures.						17e semaine.	24e mois.	10e année.
— supérieures.							26e mois.	10 ans 1/2.
Deuxièmes molaires inférieures.							28e mois.	11e année.
— supérieures							30e mois.	11 ans 1/2.
B. *Dentition permanente.*								
Incisives centrales inférieures	Cordon des dents temporaires correspondantes.						7e année.	
— supérieures.								
Incisives latérales inférieures							8 ans 1/2.	
— supérieures.								
Canines inférieures.		Vers la 16e semaine.	20e semaine.	21e semaine.	9e mois.	1er mois de la naissance.	De 11 à 12 ans.	
— supérieures								
Premières prémolaires inférieures.	Cordon des molaires temporaires correspondantes.						De 9 à 10 ans.	
— supérieures.								
Deuxièmes prémolaires inférieur.							11e année.	
— supér.								
Premières molaires inférieures.	Lame épithéliale.	15e semaine.	17e semaine.	18e semaine.	20e semaine.	6e mois de la vie fœtale.	De 5 à 6 ans.	
— supérieures								
Deuxièmes molaires inférieures.	Cordon de la 1re mol. permanente.	3e mois après la naissance.	1re année.	1re année.	1re année.	3e année.	De 12 à 13 ans.	
— supérieures								
Troisièmes molaires inférieures.	Cordon de la 2e mol. permanente.	3e année.	Au-delà de la 6e année.	Au-delà de la 6e année.	Au-delà de la 6e année.	12e année.	De 18 à 25 ans.	
— supérieures								

quelles nous avons fait porter nos observations, nous ne pouvons donner que des résultats moins concluants, tantôt parce que la tête seule avait été mise à notre disposition, tantôt par suite de leur macération prolongée qui avait altéré leur forme et leur dimension, tantôt enfin en raison de l'absence de tout document établissant les relations d'âge et de longueur. Certains d'entre eux ont pu toutefois nous fournir des données utiles que nous reproduisons.

Chez le chien, nos observations se sont bornées à l'examen de quelques individus nouveau-nés; aussi les faits concernant la chronologie du follicule dentaire sont-ils très-peu nombreux. Nous avons toutefois reconnu qu'à l'époque de la naissance, les follicules de première dentition sont déjà pourvus d'un chapeau de dentine, que le cordon des incisives permanentes est né et que, pour les centrales, il est déjà possible d'apercevoir le bulbe naissant.

Chez le mouton et le veau, nos études ont porté sur un grand nombre d'embryons, mais nous n'avons pu en établir l'âge en raison de l'absence de documents. Nous allons toutefois fournir quelques indications en tenant simplement compte de la longueur des individus mis en observation.

Chez le mouton, alors que l'embryon a 42 millimètres de longueur totale (pl. I, fig. 2), on ne trouve au bord des mâchoires que le bourrelet sans traces de *lame épithéliale*. C'est lorsque l'embryon a acquis 52 millimètres que l'on aperçoit la lame épithéliale bien constituée (pl. XV, fig. 3) sur un embryon de 65 millimètres, rien n'est encore changé dans le développement, et l'on peut alors étudier à un grossissement de 300 diamètres environ la constitution de la lame (pl. XVI, fig. 2).

Lorsque l'embryon a atteint 72 millimètres, l'extrémité de la lame présente un renflement très-marqué qui correspond à la formation de l'organe de l'émail de la dent future (pl. XVI, fig. 5). A un degré un peu plus avancé, l'embryon mesurant 82 millimètres, l'organe de l'émail et le bulbe ont achevé leur formation et la paroi folliculaire apparaît à la base du bulbe (pl. XVII, fig. 1 et 2).

C'est lorsque l'embryon a atteint 115 millimètres qu'on constate la formation complète de la paroi et sa clôture au niveau du cordon épithélial dont la rupture est imminente.

Il résulte aussi de ces divers documents, que c'est ultérieurement à l'époque où l'embryon à mesuré 115 millimètres qu'on voit apparaître le début du chapeau de dentine.

Tels sont les faits que nous avons recueillis sur les agneaux embryonnaires que nous avons pu nous procurer.

Chez le veau, nos observations sous le rapport chronologique sont beaucoup plus limitées. Les pièces que nous avons étudiées se bornaient simplement à la tête, sans renseignement aucun sur l'époque de la gestation. Aussi ces pièces nous ont-elles principalement servi à des descriptions de détails qui ont pu être très-rigoureusement déterminés chez cet animal (voyez pl. XVIII, fig. 1, 2 et 3). Nous dirons toutefois que chez un fœtus de huit mois nous avons trouvé les dents incisives temporaires très-développées et que les incisives permanentes présentent l'état folliculaire au complet avec un commencement de chapeau de dentine.

Chez le cheval, nous sommes parvenus à quelques fixations assez précises, relativement aux phases de l'évolution folliculaire. Nos observations ont porté sur quatre embryons de dimensions variées.

Le premier de ces embryons, que nous devons ainsi que les deux suivants à l'obligeance de M. Raynal, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, avait cent jours. A cette période, l'organe de l'émail du follicule de la pince centrale est déjà formé, et le bulbe apparaît. Pour les pinces latérales, le développement correspond à l'apparition de l'organe de l'émail. Ces circonstances établissent que l'évolution est un peu différente pour les diverses espèces d'incisives, ce qui les distingue des mêmes dents chez l'homme et d'autres mammifères, chez lesquels l'évolution paraît être au même degré.

Pour les molaires, on constate qu'à cette même époque le bulbe a apparu pour tous les follicules de la première dentition, ainsi que les premiers vestiges de la paroi folliculaire.

Sur un second embryon de cent quatre-vingt-dix jours, le folli-

cule de la pince centrale temporaire est clos, tandis que celui de la première pince latérale n'est parvenu qu'à l'époque de l'apparition du bulbe, et celui de la seconde latérale au moment où apparaît l'organe de l'émail. Ces dispositions, comme on voit, confirment encore l'inégalité du développement des diverses incisives.

Pour les molaires, les choses sont très-analogues : le follicule de la première temporaire est clos à cette date, tandis que celui de la seconde molaire est à l'état d'apparition de l'organe de l'émail, et alors qu'on n'aperçoit encore aucune ébauche de la troisième molaire.

C'est encore à cette période qu'apparaît, pour la première molaire permanente, le début de l'organe de l'émail.

Dans un troisième embryon mesurant 255 millimètres, ce qui correspond à deux cents jours environ, les follicules des incisives permanentes sont clos et complets ; l'organe de l'émail est très-gros. Les cellules prismatiques de la couche interne sont très-volumineuses, la couche externe a déjà disparu, mais il n'existe encore aucune trace de chapeau de dentine.

Les follicules des incisives permanentes sont parvenus à la période où l'organe de l'émail surmonte déjà un bulbe naissant, non encore étranglé à sa base (pl. XVII, fig. 4).

Pour les molaires, l'état du développement est à peu près le même pour les follicules des dents temporaires qui sont clos et bien constitués, mais sans trace de chapeau de dentine apparent. On voit manifestement l'organe du cément coronaire naissant. Il n'y a pas trace de l'organe du cément radiculaire. Le cordon épithélial brisé a produit des bourgeonnements nombreux.

Le quatrième embryon du cheval que nous avons pu étudier avait deux cent vingt jours, mais une macération très-prolongée dans l'alcool ne nous a pas permis d'en tirer grand profit. Nous avons pu seulement déterminer que le follicule temporaire était très-volumineux, pourvu d'un chapeau de dentine déjà considérable. Ce cordon épithélial, rompu depuis longtemps sans doute, présentait encore quelques débris. Les deux organes du cément coronaire et radiculaire sont en place et tout à fait développés.

Nous terminerons ces considérations chronologiques par quelques notes relatives aux rongeurs :

Sur un embryon de cobaye de 2 centimètres de longueur totale, ce qui paraît correspondre au milieu de la gestation environ, le follicule est à l'état où l'organe de l'émail, en forme de capuchon, coiffe le bulbe : il n'y a pas de paroi folliculaire constituée ni de chapeau de dentine apparent.

Sur un autre embryon de 4 centimètres de longueur, les follicules temporaires sont constitués, et à un degré à peu près égal de développement. Ils sont pourvus d'un chapeau de dentine recouvert d'une petite couche d'émail.

Chez le lapin, nous avons vu qu'à la naissance les incisives ont effectué leur éruption ; les molaires, encore incluses, sont à l'état de follicules très-développés avec un chapeau de dentine, composé d'ivoire et d'émail en couches épaisses. Au-dessous des molaires temporaires, on constate la présence des follicules permanents déjà pourvus d'un petit chapeau de dentine très-manifeste.

Nous ne poursuivons pas plus loin ces considérations, qui perdent d'ailleurs chez les mammifères tout l'intérêt qu'elles présentent chez l'homme, à propos duquel nous avons surtout multiplié nos études.

§ 7. — Critiques des théories. Résumé et conclusions.

Le problème de la genèse et de la formation du follicule dentaire des mammifères a depuis très-longtemps été l'objet de nombreuses recherches et suscité plusieurs théories. L'époque relativement précoce de la vie embryonnaire à laquelle correspond le début de ces phénomènes, les difficultés que présente la préparation des pièces, le traitement par divers réactifs auxquels on est obligé de les soumettre, etc., sont autant de causes qui ont retardé la connaissance exacte de cette évolution embryogénique.

La question a passé par un certain nombre de phases, et sans remonter bien loin dans cette histoire, sans rappeler les opinions des auteurs anciens imbus de théories préconçues sur la nature

des dents ou étrangères aux procédés d'investigation de l'école anatomique moderne, nous dirons qu'en remontant seulement vers le milieu du siècle dernier, nous trouvons qu'Hérissant (1) ayant cru constater à la surface de la muqueuse gingivale certaines petites dépressions, les a considérées comme des orifices de canaux communiquant avec les follicules dentaires. Cette opinion, qui ne repose sur aucun fait anatomique, n'a d'ailleurs été adoptée que par un petit nombre d'auteurs (Bonn, 1773; Oudet, 1835). Suivant la théorie d'Hérissant que nous retrouvons plus tard plus nettement exprimée par Goodsir, la muqueuse gingivale serait le point de départ de la formation du follicule, et la paroi de celui-ci se développerait ainsi en premier lieu.

En 1835, dans un travail important, Raschkow (2) avance que le follicule dentaire se produit à la face profonde de la muqueuse sans participation nécessaire de celle-ci ; toutefois il ne spécifie pas quelle partie du follicule apparaît la première, et comment se produisent les autres. Toutefois Henle (3), Bischoff (4) et Kölliker (5) dans la première édition de son Anatomie microscopique, se rallient à son opinion.

Quelques années plus tard, parut le travail de Goodsir (6) dans lequel est formulée cette théorie bien connue, qui fait dériver les follicules temporaires et définitifs de la muqueuse elle-même. Aussitôt adoptée sans contestation par la plupart des auteurs, elle est actuellement encore à peu près la seule qu'on trouve dans le plus grand nombre de traités d'anatomie et de physiologie. Nous ne décrirons pas ici cette théorie par laquelle les follicules des deux dentitions résultent d'un simple renversement de la muqueuse; elle n'est fondée sur aucune donnée anatomique,

(1) *Nouvelles recherches sur la formation de l'émail des dents et sur celle de gencives. Mém. de l'Acad.* Paris, 1754.

(2) *Meletemata circa dentium mammalium evolutione Vratislariæ.* In-4°, 1835, p. 12.

(3) *Anat. gén.* 1845, p. 441 et suiv.

(4) *Traité du développement.* 1845, p. 401-418.

(5) *Mikroscop. Anat.* 1856, traduction française de Béclard et Sée, p. 490.

(6) *On the origine and development of the pulp and sacs of the human teeth* Edinburg, *Med. and surg. Journal*, 1838.

si ce n'est sur cette apparence de gouttière qu'on réalise sur le bord gingival de l'embryon par une macération prolongée des préparations dans lesquelles s'opère alors la séparation de la couche épidermique formant le bourrelet gingival, d'avec la gouttière qui le renferme. Ce n'est donc, comme nous l'avons dit, que par un procédé artificiel, ainsi que l'ont fait déjà remarquer Kölliker (1) et Kollmann (2), que la théorie en question peut prendre quelque apparence de réalité, car rien dans les conditions normales ne peut s'y prêter en aucune manière.

Malgré le succès de la théorie de Goodsir universellement répandue en Angleterre et en Allemagne, M. Guillot publia en France un travail (3) dans lequel il chercha à montrer que la dent se développait en dehors de toute participation de la muqueuse. C'est par une masse née au sein du tissu embryonnaire que se formeraient les follicules : il l'appelle *sphéroïde initial*, ou trace primitive des dents. Il décrit ensuite dans ce sphéroïde trois divisions : l'une centrale, qu'il nomme *nucleus*, représentant le *bulbe* ; l'autre, moyenne, située autour de la première, c'est l'*organe de l'émail*; la troisième enfin, la plus extérieure, qui s'organiserait pour former une membrane, c'est le *sac dentaire*. Dans cet ensemble de description, il est facile de voir que M. Guillot s'est borné à pratiquer et à figurer des coupes passant au travers de follicules à un degré déjà avancé de l'évolution et qu'il n'a nullement saisi le mode d'origine des parties composantes de l'organe et la succession des phases du développement. Ce travail n'a donc nullement éclairé la question.

Quelques années plus tard, en 1860, parut encore en France un travail étendu, publié par M. Ch. Robin, en collaboration avec l'un de nous (4). Ce mémoire contenait une théorie complète de l'évolution folliculaire d'après laquelle le bulbe dentaire serait la

(1) *Histologie humaine*, édit. Trad. française, 1869.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Recherches sur la genèse et l'évolution des dents et des mâchoires*. *Ann. des sc. nat.*, IVe série, t. IX. 1858.

(4) Robin et Magitot, *Mémoire cité*. *Journ. de physiol.* de Brown-Séquard, 1860-61.

première partie du follicule qui apparût au sein des mâchoires, au fond de la gouttière et au voisinage des vaisseaux et des nerfs ; viendraient ensuite l'organe de l'émail, puis la paroi, émanation du bulbe, s'élevant sur les côtés de l'organe pour entourer toutes ses parties et se réunir au sommet. Quelle que soit l'exactitude des descriptions de ce travail, il est évident que ses auteurs ont méconnu le mode exact de genèse du follicule, c'est-à-dire l'apparition comme première ébauche de l'organe de l'émail, le bulbe ne se produisant qu'en second lieu.

D'où vient cette erreur sur l'interprétation du phénomène initial ? Elle résulte évidemment du mode trop exclusif d'étude qui a été adopté : c'est, en effet, par des préparations de follicules aplatis progressivement entre deux lames de verre que les observations ont été faites. Très-peu de coupes ont été pratiquées. Les auteurs ont voulu en cela conserver, dans leurs rapports réciproques, toutes les parties qu'ils disséquaient ensuite pour les recherches de détail. La crainte des déformations et de la perturbation dans les rapports qui résultent parfois de coupes pratiquées sur des masses un peu épaisses de tissus et, il faut le dire, l'insuffisance des procédés de durcissement connus à cette époque ont contribué singulièrement à entraîner ces anatomistes dans l'erreur qu'ils ont commise.

La question en était à ce point, lorsque Kölliker découvrit, en 1863 (1), l'existence d'une bande épithéliale sous-jacente au bourrelet gingival de la muqueuse et qui occupe toute la longueur des mâchoires. C'est cette bande continue que Kölliker appelle l'*organe de l'émail* et que nous ne considérons que comme une simple dépendance du bourrelet épithélial. Le terme d'*organe de l'émail* ne nous paraît pas convenir, en effet, à une lame qui ne contribue pas directement à la formation du follicule, puisque c'est sur un certain nombre de points de celle-ci qu'apparaissent des bourgeons qui deviennent alors directement les organes de l'émail ; ces bourgeons sont en nombre égal à celui des dents

(1) *Die Entwicklung der Zahnsacken der Wiederkauer.* Zeitschr. f. Wissen. Zool. 1863. Gewebelehre, 4 Aufl.

futures, et dans l'intervalle des deux bourgeons ou organes de l'émail on retrouve intacte la lame épithéliale.

Quoi qu'il en soit de l'interprétation, les vues de Kölliker étaient très-justes, et elles devinrent le point de départ d'une série de travaux qui donnèrent à la question de l'évolution du follicule dentaire une physionomie toute nouvelle. Deux faits étaient désormais acquis, à savoir : l'apparition de l'organe de l'émail comme première partie constituante du follicule, et son origine épithéliale. Sur ce dernier point, les idées déjà anciennement émises par Marcusen et Huxley se trouvaient confirmées (1).

A la suite du travail de Kölliker, viennent se grouper un certain nombre de recherches émanant de ses élèves, ou provenant d'autres écoles allemandes : tels sont les mémoires de Waldeyer, Hertz, Wendzel, Kollmann, etc. (2).

Dans ces différents travaux, l'idée de Kölliker est prise comme point de départ. Waldeyer décrit exactement la descente du cordon et la formation des parties composantes du follicule. Il indique aussi que le follicule des dents permanentes naît d'un bourgeonnement du cordon primitif, mais il ne mentionne point à cet égard la variabilité du mode de genèse suivant les espèces de dents, ni le lieu précis où s'effectue cette genèse. Il signale d'ailleurs, dans sa dernière publication (3), les lacunes qui subsistent dans ces questions, malgré les nombreux travaux publiés. Hertz et Wendel se sont ralliés aux idées émises par Kölliker et

(1) Marcusen, *Ueber die Entwicklung der Zähne. Bulletin de l'Acad. impériale de Saint-Pétersbourg*. 1849. — Huxley, *Quart. journal of microscopical science*. 1854, 1855, 1857.

(2) Waldeyer, *Untersuch. ueber die Entwicklung der Zähne* : I Abth. Königsberg und Jahrbücher IV, Bd. 1864 ; II Abth. *Zeitschr. fur rat. Med.*; III, 24, Bd. 1865.— IV. *Bau und Entwicklung der Zähne* in Stricker, *Handbuch der Lehre von den Geweben*. Leipzig, 1871, p. 333 et suiv. — Hertz, *Untersuchungen ueber feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virch. Arch.* 1866, Bd. 37 ; *id.*, *Ein Fall von gehulter Zahnfractur mit nachfolgender Schmelzbildung. Virch. Arch.* 1866, 38 Bd. — Wendzel, *Untersuchungen uber das Schmelzorgan und den Schmelz*, etc. *Arch. von Henke.* 1868, p. 97.— Kollmann, *Entwicklung der Milk und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschrift fur Wissenschaftliche Zoologie*, von Siebold und Kölliker; zwanzigster Band, zweites Heft, p. 145. Leipzig, 1870.

(3) Voy. in Stricker, *loc. cit.* 1871, p. 352.

Waldeyer, sans rien apporter de nouveau à la question de l'origine du follicule. Ils ont toutefois avancé quelques opinions nouvelles sur d'autres points de l'évolution folliculaire, et nous aurons à les discuter dans une autre occasion. Quant à Köllmann, le dernier anatomiste allemand qui ait étudié la question, il adopte d'abord les vues de Kolliker et de Waldeyer, au sujet de la naissance de l'organe de l'émail des dents temporaires ; mais lorsqu'il s'agit de l'origine du follicule permanent, il le fait dériver tantôt directement de la muqueuse, tantôt d'un des débris épithéliaux du cordon primitif, parfois même d'un globe épidermique. C'est encore de l'un de ces derniers points qu'il fait provenir les follicules surnuméraires, ainsi que nous l'avons déjà mentionné plus haut.

Les auteurs allemands sont donc, comme on voit, très-loin de s'entendre sur le mode d'origine du follicule dentaire. Quant aux phénomènes qui s'opèrent au sein de l'organe par suite de la naissance du bulbe, de la formation de la paroi, de la transformation de l'organe de l'émail, ce sont des points encore controversés.

Pour nous, et c'est ainsi que nous pouvons résumer en quelques mots notre travail, la formation du follicule dentaire consiste essentiellement dans la genèse de deux organes, l'un de nature *épithéliale*, émanant de l'épithélium de la muqueuse ; l'autre de nature *embryoplastique*, né au sein du tissu embryonnaire des mâchoires. Le premier de ces organes est l'*organe de l'émail ;* le second est le *bulbe* ou organe de l'ivoire. Ils se forment ainsi individuellement allant à la rencontre l'un de l'autre ; ils se pénètrent, de sorte que l'un devient en quelque sorte le capuchon de l'autre, tandis que de la base du bulbe se détachent des lambeaux membraniformes qui enveloppent peu à peu complétement les deux organes et achèvent la clôture du follicule.

Si l'on envisage le mécanisme au point de vue de la physiologie générale, on est immédiatement frappé de l'analogie extrême qu'il présente avec les phénomènes de la formation du follicule pileux : ici encore on voit, d'une part, un cordon épithélial qui descend de la couche de Malpighi au sein du derme ; puis sur un

point de celui-ci apparaît le bulbe qui pénètre le premier, s'en fait un capuchon, tandis que de sa base se détachent les lambeaux qui formeront les parois du sac. Les faits sont identiques, et nous avons voulu, pour qu'on pût s'en convaincre, mettre par une figure l'analogie hors de doute (voy. pl. XX, fig. 4). Ainsi se trouvent confirmées, par les données de la physiologie et de l'embryologie modernes, la théorie émise depuis longtemps déjà par de Blainville sur l'analogie de composition et de formation des *phanères*, ainsi que la doctrine des *produits* développée avec tant de précision dans l'école anatomique moderne par Ch. Robin.

CONCLUSIONS.

1° La première ébauche des follicules dentaires apparaît par un *cordon* émanant de la couche épithéliale de la muqueuse gingivale.

2° Le cordon qui donne naissance aux follicules de la première dentition naît directement d'un prolongement de l'épithélium buccal (bourrelet épithélial et lame épithéliale). Le cordon des dents permanentes qui se substituent aux précédentes est un diverticulum du cordon primitif. Quant aux follicules des dents permanentes non précédées de temporaires correspondantes, elles naissent tantôt de la muqueuse, tantôt du cordon de la molaire précédente suivant les espèces de dents (voy. le tableau).

3° Le cordon, quel que soit d'ailleurs son point d'origine, est invariablement épithélial : il se compose, à son pourtour, des éléments prismatiques de la couche de Malpighi, et au centre, de cellules épithéliales polyédriques.

4° L'extrémité du cordon, qui prend bientôt la forme d'un renflement en massue, constitue l'*organe de l'émail* du follicule futur.

5° Le *bulbe dentaire* apparaît spontanément au sein du tissu embryonnaire, et sur un point qui avoisine directement le renflement du cordon épithélial.

6° L'organe de l'émail et le bulbe se recouvrent et se moulent l'un sur l'autre, le premier servant de capuchon au second, dis-

position qui se retrouve dans toutes les périodes de l'évolution qui précèdent l'apparition de l'ivoire et de l'émail, c'est-à-dire de la couronne future.

7° La paroi folliculaire résulte d'une émanation directe des éléments du bulbe, de la base duquel elle se détache pour s'élever sur les côtés jusqu'au sommet du follicule où, se réunissant à elle-même, elle constitue le sac folliculaire.

8° A la clôture du follicule correspond la rupture du cordon épithélial et, dès ce moment, le follicule perd toute connexion avec la muqueuse. La formation folliculaire est dès lors achevée.

9° Les phénomènes d'évolution des follicules, à quelque dentition qu'ils appartiennent, sont de nature identique; les seules différences qu'on observe portent sur le point exact de l'origine du cordon épithélial et sur la durée que mettent à s'effectuer au sein des mâchoires les phases successives de l'évolution.

10° Les modes de genèse du follicule dentaire et du follicule pileux sont identiques.

EXPLICATION DES PLANCHES XV, XVI, XVII, XVIII, XIX et XX.

PLANCHE XV.

Fig. 1. — Coupe de la partie antérieure de la face d'une embryon humain long de 3 centimètres. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Premier vestige de la glande sous-maxillaire.
c. Dépression de la muqueuse au niveau du plancher de la bouche.
d. Bourrelet épithélial de la mâchoire inférieure; c'est de ce bourrelet qui s'étend dans toute la longueur de l'arc maxillaire et dont on ne voit ici que la coupe, que naîtra la lame épithéliale.
d'. Bourrelet épithélial de la mâchoire supérieure.
E. Coupe de la langue.
F,F,F. Cavité buccale; une mince couche épithéliale tapisse ses parois.
g. Mâchoire supérieure.
H. Région des os intermaxillaires.
I. Coupe des yeux.

FIG. 2. — Coupe de la région incisive de la mâchoire inférieure d'un embryon de mouton, long de 0,042 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

Même signification des lettres. Le rapprochement des deux lames du cartilage de Meckel démontre que la coupe a été exécutée dans la partie antérieure du maxillaire.

FIG. 3. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,059 millim.

Les lettres *a*, *c*, *d*, ont la même signification que dans les figures précédentes.

E. Lame épithéliale naissant du bourrelet épithélial.

PLANCHE XVI.

FIG. 1. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,115 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses du maxillaire.
c. Coupe de l'artère dentaire.
d. Bourrelet épithélial.
E. Lame épithéliale.
F. Cordon.
g. Organe de l'émail.
h. Apparition du bulbe qui déprime la base de l'organe de l'émail.

Dans cette préparation qui a été reproduite d'après nature, ainsi, du reste que toutes les autres, on a conservé certains défauts qui doivent être rapportés à la macération trop prolongée de la pièce dans les réactifs; ainsi l'écartement qui se voit entre les parois du follicule I et l'organe de l'émail G est artificiel ; à l'état frais, toutes ces parties sont en contact, un écartement analogue s'est produit du côté opposé au niveau de l'extrémité de la lame épithéliale.

Nous signalons, une fois pour toutes, la cause de cet écartement que l'on rencontrera dans d'autres figures.

On voit que dans cette préparation la coupe a passé au niveau d'un follicule au début pour un côté de la mâchoire, et pour l'autre côté entre deux follicules, puisque la lame épithéliale seule se montre en ce point.

FIG. 2. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un mouton de 0,065 millim. (Grossissement, 260 diamètres.)

Cette préparation et la suivante montrent la disposition des éléments dans le bourgeon épithélial et la lame épithéliale.

d. Épithélium de la surface buccale se prolongeant dans la mâchoire sous forme d'un bourgeon plus ou moins vertical.

E. Lame épithéliale naissant de ce bourgeon. — Le bourgeon et la lame sont entourés par le tissu embryonnaire de la mâchoire.

Fig. 3. — Coupe de la lame épithéliale d'un mouton un peu plus âgé. (Grossissement, 350 diamètres.)

C. Cellules prismatiques qui font suite aux cellules de la couche de Malpighi.

D. Grandes cellules épithéliales du bourrelet épithélial.

F. Petites cellules de la lame épithéliale. — Cette lame épithéliale est renflée à son extrémité; ce renflement est l'origine de l'organe de l'émail et du cordon.

Fig. 4. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un mouton long de 0,072 millim. (Grossissement, 80 diamètres.) Apparition de l'organe de l'émail à l'extrémité de la lame épithéliale.

a. Cartilage de Meckel.

d. Épithélium buccal et bourrelet épithélial.

E. Lame épithéliale.

g. Début de l'organe de l'émail.

Fig. 5. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon de cheval long de 190 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.

b. Traces d'ossification.

E. Lame épithéliale.

F. Cordon.

G. Organe de l'émail.

H. Bulbe.

I. Parois du follicule qui naissent à la base du bulbe. Entre ces parois et l'organe de l'émail on voit un écartement accidentel.

PLANCHE XVII.

Fig. 1. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,082 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.

C. Épithélium buccal.

E. Lame épithéliale.

F. Cordon.

g. Organe de l'émail.

H. Bulbe.

I. Parois du follicule.

K. Bourgeon du cordon qui donnera plus tard naissance au follicule permanent.

Fig. 2. — Même préparation que dans la figure précédente, examinée à un grossissement de 260 diamètres.

Les lettres ont la même signification.

Fig. 3. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de vache. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
d. Épithélium buccal.
E. Lame épithéliale.
F. Cordon.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
I'. Couche externe des cellules prismatiques de ce même organe.
K. Bourgeon qui donnera naissance au follicule de la dent permanente.

Fig. 4. — Coupe de la région incisive de la mâchoire inférieure d'un embryon de cheval de 255 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
K. Bulbe de la dent permanente recouvert par l'organe de l'émail et les traces du cordon secondaire.
L. Siége de l'organe du cément coronaire.

PLANCHE XVIII.

Fig. 1. — Coupe d'une des branches de la mâchoire inférieure d'un veau. (Grossissement, 80 diamètres.)

Les trois figures de cette planche sont destinées à montrer la rupture et les bourgeonnements de la lame épithéliale et du cordon.

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
c. Couche de Malpighi.
d. Épithélium buccal.
F. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
F'. Couche externe des cellules prismatiques de ce même organe.
g. Éléments étoilés de l'organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
K. Débris et bourgeonnements du cordon.

Fig. 2. — Débris du cordon observés au-dessus d'un follicule d'embryon de veau. (Grossissement, 100 diamètres.)

a. Parois du follicule.

b. Bourgeons épithéliaux de ces parois.
c. Couche de Malpighi.
d. Épithélium buccal.
E,E. Débris et bourgeonnements du cordon.
F. Débris de la lame épithéliale.

Fig. 3. — Bourgeonnements du cordon observés sur un embryon de veau à un grossissement de 260 diamètres.

a. Parois du follicule.
b. Bourgeons épithéliaux de ces parois.
c. Lame épithéliale encore intacte.
d. Épithélium buccal.
E,E. Bourgeons qui dérivent du cordon.
F. Globe épidermique.

PLANCHE XIX.

Évolution du cordon de la dent permanente chez l'homme.

Fig. 1. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon humain long de 20 centimètres, au niveau des molaires temporaires. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c. Coupe de l'artère dentaire.
c'. Coupe du nerf dentaire.
d. Épithélium buccal.
E. Organe de l'émail du follicule de la dent temporaire.
F. Cordon du follicule de la dent temporaire.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
K. Cordon du follicule de la dent permanente, émanant du cordon primitif.

Fig. 2. — Coupe d'une branche du maxillaire inférieur d'un embryon humain de 0,23 centimètres dans la région incisive. (Grossissement, 80 diamètres.)

Dans cette préparation, le cordon secondaire commence à s'isoler du follicule primitif.

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c. Coupe de l'artère dentaire.
c'. Coupe du nerf.
d. Épithélium buccal.
E. Cordon du follicule temporaire.

G. Organe de l'émail.
H. Bulbe surmonté d'un petit chapeau de dentine.
K. Cordon du follicule permanent.
L. Lieu où s'opère la séparation du cordon secondaire d'avec le follicule primitif. Le cordon secondaire se continue avec la portion supérieure du cordon primitif.

Fig. 3. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon humain long de 38 centimètres dans la région incisive. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Cordon secondaire.
K. Débris des parois du follicule et de la portion inférieure du cordon primitif.
L. Renflement terminal du cordon secondaire; ce renflement va devenir l'organe de l'émail du follicule permanent.

Fig. 4. — Coupe d'une petite molaire inférieure d'un embryon humain de 47 centimètres de longueur.

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
K. Débris du cordon secondaire.
K',K''. Masses épidermiques.

PLANCHE XX.

Fig. 1. — Coupe dans la région incisive inférieure d'un embryon humain de 56 centimètres. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
E. Couche de Malpighi.
F. Débris de la lame épithéliale.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
J. Chapeau de dentine et d'émail.
K. Débris du cordon secondaire.
L. Bulbe de la dent permanente recouvert par un petit organe de l'émail.

Fig. 2. — Coupe au niveau de la première molaire permanente sur une mâchoire d'un embryon humain long de 20 centimètres. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c,*c*. Artère et nerf dentaires.
d. Épithélium buccal.
E. Cordon de la première molaire permanente naissant de la lame épithéliale.
F. Débris du cordon de la molaire précédente.
g. Insertions musculaires.

Fig. 3. — Coupe au même niveau sur une mâchoire d'un enfant âgé de trois mois. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Os maxillaire.
c,*c*. Artère et nerf dentaires.
F. Cordon du follicule de la première molaire permanente.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe de la première molaire permanente.
F. Cordon du follicule de la première molaire permanente.
K. Bourgeon qui donnera naissance au cordon, puis à l'organe de l'émail de la deuxième molaire permanente.

Fig. 4. — Nous représentons ici une coupe de la peau d'un embryon humain de 20 centimètres de longueur, pour montrer que le développement des poils est tout à fait analogue au développement des dents

a. Follicule pileux assez développé avec son bulbe qui refoule les cellules épithéliales.
b. Simple bourgeon épithélial.
c. Bourgeon épithélial avec un bulbe au début.
d. Surface épidermique.

DEUX EXPÉRIENCES

SUR LE

SCOLEX DU TÆNIA MEDIOCANELLATA

Par F. SAINT-CYR

Professeur à l'École vétérinaire de Lyon.

PLANCHE XXI

Trois vers Cestoïdes peuvent vivre, on le sait, en parasites dans l'intestin de l'homme : le *Tænia solium*, qui provient du *Cysticercus cellulosa* du Porc ; — le *Bothriocephalus latus*, dont le scolex, d'après les recherches de Bertholus (de Lyon) et de Kuoch (de Saint-Pétersbourg), existerait chez les poissons du genre *Salmo*, — et le *Tænia mediocanellata*, longtemps confondu avec le *Tænia solium*, dont il a été définitivement distingué par M. Kuchenmeister en 1853, et dont il diffère surtout par sa *tête*, qui est *inerme*, dépourvue de crochets.

L'histoire de ce dernier helminthe est, d'ailleurs, beaucoup moins complète que celle de son congénère, le *Tænia solium*; on sait seulement que M. Leuckart, ayant fait prendre à des veaux des œufs de *Tænia mediocanellata*, aurait vu se développer, au bout de peu de temps, une si abondante quantité de cysticerques dans leurs muscles, qu'il en serait résulté une espèce de *ladrerie*; il aurait constaté, en outre, que ces cysticerques avaient déjà, dans les kystes du veau, tous les caractères du *Tænia mediocanellata* adulte.

D'après cela, les deux tænias de l'homme, différents comme espèce, auraient donc une origine distincte : le *Tænia solium* serait produit par l'usage de la viande de porc ; le *mediocanellata*, par celui de la viande de bœuf ou de veau.

Les circonstances m'ayant mis à même de répéter l'expérience de M. Leuckart, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à faire

connaître les résultats qu'elle m'a donnés. Voici comment j'ai été amené à refaire cette expérience :

Le 22 juin 1872, M. B..., élève à l'École vétérinaire de Lyon, rendit, après avoir pris un anthelminthique, un ver rubané dont il souffrait depuis plusieurs mois, et dont il avait pris le germe il y a plus d'un an, alors qu'il servait, comme garde mobile, à l'armée du Nord. Ce ver me fut immédiatement apporté. — Il était énorme, long de plus de 8 mètres, formé d'anneaux très-longs, très-larges, très-épais; sa tête, qui a été rendue avec la partie strobilaire, était complétement inerme (voy. fig. 1); enfin il offrait très-exactement tous les caractères que M. Davaine, dans son *Traité des entozoaires*, assigne au *Tænia mediocanellata*, si bien que, pour le faire connaître, je ne saurais mieux faire que de reproduire la description de cet auteur.

« TÆNIA INERME, — MEDIOCANELLATA (Kuch.). — Tænia très-» long, très-large, très-épais (beaucoup plus large que le tænia » armé); tête inerme, grande, large de 2 millimètres, noirâtre, » normalement inclinée sur l'une des faces du cou; rostre nul, » ventouses très-grandes; cou très-court, mais plus distinct que » celui du *Tænia solium* armé, corpuscules calcaires plus grands » et plus nombreux que celui du *Tænia solium;* articles posté-» rieurs très-larges, ayant jusqu'à 17 millimètres, et 9 à 14 en » longueur; pores génitaux irrégulièrement alternes; proglottis » très-grands, très-vivaces, ayant, dans leur plus grande exten-» sion, 25 à 30 millimètres de longueur et 7 millimètres en lar-» geur..., ovules plus ovales, plus lisses, plus clairs que ceux du » *Tænia solium* et laissant mieux voir leur embryon. » (DAVAINE, *Traité des entozoaires*, *Synopsis*, p. XXX.)

Ire EXPÉRIENCE. — Après avoir déterminé l'espèce à laquelle appartenait cet helminthe, l'idée me vint immédiatement qu'il serait intéressant de profiter de l'occasion qui m'était offerte pour répéter l'expérience de Leuckart. Je mis donc de côté un assez bon nombre de proglottis mûrs de ce tænia, et je me mis en quête d'un sujet d'expérience, c'est-à-dire d'un veau jeune et bien

tant. Ce n'est que cinq jours après, le 27 juin, que je pus me procurer une génisse de race charollaise, âgé de six semaines, achetée sur le marché aux bestiaux de Vaise comme bête de boucherie, en très-bon état, et qui n'a encore pris, pour toute nourriture, que le lait de sa mère.

Malheureusement, pendant cet intervalle, la plus grande partie des proglottis a été jetée par mégarde, et, quand je veux les administrer à la génisse que je me suis procurée non sans peine, je n'en trouve plus que quatre, qui ont échappé je ne sais comment au zèle de propreté qui a fait jeter les autres. Je me hâte de les utiliser, en les faisant ingérer le même jour, 27 juin, dans un demi-litre de lait. — La génisse est ensuite maintenue en observation et convenablement nourrie.

Bientôt, nous voyons se développer sous la langue, près du frein, deux petites tumeurs sous-muqueuses, indolentes, dures au toucher, en tout semblables, quoique avec des dimensions moindres, à celles qu'on trouve dans la même région chez le porc atteint de ladrerie. Nous avons oublié de noter sur notre registre d'observation la date exacte de leur apparition; mais il est noté, à la date du 27 août, que ces tumeurs, grosses à peu près comme un grain d'orge, et qui existent déjà depuis longtemps, n'augmentent plus de volume.

Dans l'espoir d'avoir une expérience plus complète, pour permettre aux cysticerques d'acquérir tout leur développement, je prends la résolution de garder pendant longtemps ma génisse, qui continue à jouir d'une très-bonne santé et se développe admirablement. En conséquence, ce n'est que le 6 février 1873 — 224 jours après l'ingestion des proglottis — que je me décide à la sacrifier.

A l'autopsie, nous trouvons, outre les deux tumeurs sous-linguales déjà signalées, *neuf* autres tumeurs semblables, développées dans les parois musculaires du cœur. Il n'en existe aucune dans les autres muscles, qui ont été examinés avec soin. L'étude de ces tumeurs ne nous a laissé aucun doute sur leur nature: ce sont bien des cysticerques, mais des cysticerques morts, déjà profondément altérés, la plupart dans un état de *crétification* avancée,

si bien qu'il est impossible d'arriver à leur détermination spécifique rigoureuse. Tout ce que nous pouvons dire, et cela n'est pas sans importance, c'est que, dans l'examen microscopique que nous avons fait de plusieurs de ces kystes, nous n'avons pas trouvé le moindre vestige de crochets. Nous avons donc affaire à des *cysticerques inermes*. C'est tout ce que nous pouvons conclure de cette expérience, dans laquelle j'ai eu le tort de conserver mon sujet trop longtemps après l'ingestion des proglottis. Je me propose de la refaire, en tenant compte des enseignements qu'elle m'a donnés.

En conséquence, je m'entends avec M. Vezu, pharmacien à Lyon-Brotteaux, mon collègue à la Société de médecine, inventeur d'un tænifuge renommé, et qui, par suite, a très-souvent l'occasion de recueillir des tænias. Il est convenu qu'il m'enverra tous ceux que ses clients lui apporteront. En même temps, je me mets en mesure de me procurer de nouveaux sujets d'expérience.

II[e] Expérience. — Le 6 mars 1873, on m'amène à l'École vétérinaire deux veaux, de même âge, — quatre semaines, — de même taille, de même race et de même provenance, soumis, jusqu'au moment où ils m'ont été livrés, au régime exclusivement lacté, et achetés la veille dans l'arrondissement de Trévoux (Ain). — L'un de ces veaux est désigné pour l'expérience sur le *Tænia mediocanellata*; l'autre, destiné à des expériences sur la tuberculose, servira en même temps de *témoin* pour celle dont il s'agit ici.

Le 2 avril, je reçois de M. Vezu un très-beau tænia, encore vivant, mais dont malheureusement la tête manque (1). Malgré l'absence de cette partie de l'animal, qui nous eût fourni des caractères plus sûrs et plus faciles à constater, la taille énorme de cet helminthe, dont la portion que nous avons sous les yeux ne mesure pas moins de 6 mètres, — les dimensions considérables des derniers anneaux, qui ont jusqu'à 2 centimètres 1/2 de long, et qui sont en même temps très-larges et très-épais, — et surtout la comparaison que nous pouvons faire de cet individu, —

(1) J'ai reçu du même beaucoup d'autres tænias ; mais, les ayant reconnus pour être des *Tænia solium*, je ne les ai pas utilisés, et je n'en parlerai autrement ici.

d'une part avec le *Tænia mediocanellata* rendu le 27 juin 1872 par l'élève B..., que nous avons conservé, — d'autre part, avec des échantillons de *Tænia solium* que nous possédons, — nous donnent la conviction que nous avons bien sous les yeux un exemplaire du *Tænia mediocanellata*.

Nous prenons donc un certain nombre de proglottis détachés et d'anneaux encore adhérents, mais mûrs, — en tout, quarante anneaux, — et nous les faisons ingérer séance tenante à celui de nos deux veaux qui a été désigné pour cette expérience.

Dès le 21 avril, en examinant la langue de ce veau, nous remarquons, à la face inférieure de cet organe et près du frein, une granulation sous-muqueuse offrant, sous de moindres dimensions, tous les caractères du *grain ladrique*. — Cette granulation s'accroît un peu, mais fort peu, — jusqu'au 20 mai suivant, où il a été mis fin à l'expérience, par le sacrifice simultané de nos deux veaux, 54 jours après l'ingestion des proglottis.

A l'autopsie, nous trouvons, chez celui qui avait ingéré des proglottis, vingt cysticerques parfaitement authentiques, disséminés çà et là dans le tissu conjonctif, savoir : *deux* sous la muqueuse linguale, *six* le long de l'œsophage dans sa portion cervicale, et les autres dans le tissu conjonctif sous-péritonéal.

Le cadavre du second veau, examiné en même temps, comparativement et avec le plus grand soin, n'a pas offert un seul cysticerque ni rien qui y ressemble.

Voici maintenant quels sont les caractères de ceux trouvés chez le premier :

Le ver, entouré de son kyste celluleux, offre à peu près les dimensions du noyau d'une petite cerise; dépouillé de son kyste, qui est assez épais et résistant, il n'a plus que le volume d'un petit pois, ou de l'amande du noyau de la cerise, sa forme est régulièrement sphérique, et non ovale, comme celle du cysticerque celluleux du porc; il est formé d'une membrane propre, très-fine, très-transparente, remplie d'un liquide très-limpide; sur l'un des points de sa surface existe une petite tache blanche, opaque, percée d'un très-petit pertuis, c'est en ce point que la tête du cysticerque est fixée et invaginée en dedans de la vésicule; il est

assez difficile de la faire sortir sans l'endommager, à cause de l'étroitesse du pertuis et de la fragilité de la membrane kystique; après plusieurs essais, j'y parviens cependant, et je constate alors que cette partie présente les caractères suivants (voyez fig. 2) :

Tête sensiblement tétragonale, comme tronquée presque carrément à sa partie antérieure, absence complète de rostellum et de crochets; quatre ventouses, très-régulièrement rondes, épaisses et presque terminales; — dimension de la tête dans sa plus grande largeur : 1^{mm},20; diamètre de la vésicule entière : 3 millimètres.

Il suffit de comparer cette description à celle du *Tænia mediocanellata* que nous avons donnée ci-dessus d'après M. Davaine, — ou mieux encore de comparer les figures 1 et 2, que nous avons fait dessiner à la chambre claire, au même grossissement, de 20 diamètres, — pour se convaincre que la tête de notre cysticerque ressemble exactement à la tête du *Tænia mediocanellata;* elles ne diffèrent que par un volume sensiblement moindre de la première et l'absence de pigment chez celle-ci; différences qui, bien évidemment, ne sont point spécifiques, et tiennent tout simplement à un degré moins avancé de développement.

Il n'y a donc pas à en douter : les cysticerques trouvés chez ce veau, aussi bien que chez celui de la première expérience, sont bien le résultat du développement des œufs du *Tænia mediocanellata* que nous leur avons fait prendre; ce cysticerque est spécifiquement différent de celui qui vit chez le porc et qui produit le *Tænia solium;* il en diffère par son volume beaucoup moindre, par la forme sphérique de la vésicule, et surtout par sa tête, qui est tronquée, tétragonale, et dépourvue de crochets.

Il n'est pas douteux non plus que ce *Cysticerque inerme*, introduit vivant dans l'intestin de l'homme ne s'y développe en tænia et que telle ne soit l'origine du *Tænia mediocanellata*, encore assez commun dans certaines localités. Il est bon de faire remarquer, toutefois, que, d'après les deux expériences qui viennent d'être rapportées, ce cysticerque se développerait en moins grand nombre et vivrait moins longtemps à l'état cystique chez le veau que le cysticerque celluleux chez le porc. — De nouvelles expériences seraient du reste nécessaires pour élucider complétement

cette question et bien d'autres relatives à l'histoire de cet helminthe.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXI.

Fig. 1. *Tænia mediocanellata* rendu le 22 juin 1872, par M. B...., élève à l'École vétérinaire de Lyon. Grossissement, 20 diamètres.

Fig. 2. *Cysticercus inermis* produit par l'ingestion de proglottis du *Tænia mediocanellata*; expérience du 2 avril-20 mai 1873. Grossissement, 20 diamètres.

DES AFFINITÉS SQUELETTIQUES DES POISSONS

Par M. le Dr SEGOND
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

I

AVANT-PROPOS

Les travaux que j'ai déjà publiés sur les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles, me dispensent ici de tout avertissement préliminaire sur le travail suivant que l'on peut considérer comme le dernier complément de mon programme de morphologie.

Les biologistes qui ont pris connaissance de cette série de publications ont pu voir se préciser de plus en plus le but de ces différents travaux.

Après l'établissement de la théorie de la structure, il fallait aborder dogmatiquement l'étude des lois qui régissent la forme, la situation, les rapports, les connexions; mais tandis que pour la première théorie, un petit nombre d'organismes suffisaient à la généralisation, au contraire pour la morphologie, il était nécessaire de recourir à un certain nombre de types. Or, ces types n'avaient été institués qu'au point de vue zoologique, suivant des méthodes plus ou moins naturelles et le plus souvent trop analytiques. La comparaison se trouvait ainsi subordonnée à un nombre indéterminé de termes. Il était donc indispensable, à côté de tous nos grands et utiles traités d'anatomie comparée, d'instituer un procédé comparatif plus simple, plus pratique, basé sur la considération des seuls types vraiment distincts, sauf à recourir plus tard, dans les détails, à des formes secondaires.

Mon premier essai sur les Mammifères ne dut laisser aucun doute sur la sûreté d'une méthode qui, pour la détermination des

types, s'appuyait sur la considération des parties les moins modifiables d'un important système d'organes. En appliquant ensuite cette méthode aux Oiseaux et aux Reptiles, j'ai pu offrir à la comparaison morphologique un petit nombre de types irréductibles qui pourront être employés en biologie au même titre que l'expérience en physique, ou la nomenclature en chimie. Pour étendre ce procédé à l'ensemble des ostéozoaires, il nous reste à déterminer les principaux types fournis par la classe des Poissons. Après ce dernier complément, nous pourrons aborder sans obscurité la théorie du squelette qui, dans l'esprit de tous les biologistes, constitue l'expression vitale la plus profonde et la plus intime. Je suivrai pour l'étude des Poissons, l'ordre que j'ai appliqué aux travaux précédents : après quelques remarques historiques indispensables, je déterminerai abstraitement puis concrètement les types ichthyologiques et je terminerai par la coordination méthodique des genres et espèces.

II

REMARQUES HISTORIQUES

Si l'on ne voyait dans Aristote qu'un simple chaînon dans la chronologie des sciences et de la philosophie, il faudrait s'étonner grandement de toutes les merveilleuses niaiseries qu'on a gravement débitées, en biologie et en sociologie, au moyen âge et même dans les temps modernes. Mais nous sommes habitués à reconnaître dans les œuvres de ce génie coordinateur l'apogée du plus grand essor mental d'une civilisation où chaque époque de notre histoire a trouvé des modèles. Aussi, lorsqu'en biologie, comme en philosophie et en politique, nous ouvrons Aristote, c'est pour y trouver non plus un fait historique capable d'établir une succession, mais un enseignement général, une direction, une méthode. Bichat y rencontre, dans la conception des *parties similaires*, les premières assises de l'*anatomie générale;* Buffon, au milieu d'un grand nombre de points de vue sur la manière de considérer les animaux, y choisit la grande division des animaux suivant leur convenance sociologique, en *privés* et *sauvages;* et

si nous recherchons dans la grande *histoire des animaux* les procédés qui ont dirigé les biologistes modernes, dans l'étude des Poissons, nous y reconnaissons bien la source de quelques emprunts caractéristiques ; mais plus fréquemment nous rencontrons dans les ouvrages du XVII[e] et même du XVIII[e] siècle, des erreurs capitales, qu'il eût été facile d'éviter en étudiant plus scrupuleusement cette grande coordination effectuée il y a environ vingt-deux siècles. La plus déplorable est sans contredit celle qui a confondu pendant si longtemps les Cétacés avec les Poissons, malgré les considérations remarquables et les détails précis développés par Aristote sur les différents modes de la vie aquatique. Si nous rétrogradons jusqu'au XVI[e] siècle de notre histoire de l'Ichthyologie, cette ignorance va jusqu'à des reproches sérieux adressés à Aristote pour ne pas avoir vu le membre génital des Cétacés, et avoir été induit à des généralités erronées sur les génitoires des Poissons. On s'étonne moins de la puérilité des naturalistes de cette époque en parcourant les *pourtraits au naïf* qu'ils nous ont transmis sur les monstres marins, parmi lesquels on rencontre un moine enrobé de véritables écailles de poisson. Et cependant c'est au milieu des préjugés singuliers des Ichthyologistes du XVI[e] siècle, qu'il faut rechercher les premiers essais méthodiques sur l'arrangement des Poissons. Cette histoire des progrès successifs de l'Ichthyologie, ébauchée en 1822, par H. Cloquet, fut tracée plus complétement en 1828 par Cuvier et Valenciennes, en tête de l'histoire naturelle des Poissons. Je dirai plus loin tout ce que nous devons à Auguste Duméril sur l'histoire bibliographique de l'Ichthyologie depuis Cuvier jusqu'en 1865 ; pour le moment, je résume très-sommairement les faits principaux antérieurs au grand traité de 1828.

Belon, Salvien et surtout Rondelet, malgré la subordination des arrangements par rapport au milieu aquatique, commencèrent, sur les indications incomplétement suivies d'Aristote, à saisir d'après la forme générale, les habitudes, l'habitation, un certain nombre de genres dont ils ne pouvaient bien marquer les limites, mais qu'on ne saurait méconnaître en ce qui concerne les Sparoïdes, les Scombéroïdes, les Trigles, les Sciénoïdes, les Cypri-

noïdes, les Salmones, les Clupes, les Gadoïdes, les Pleuronectes, les Squales. Pendant le XVII[e] siècle, après les compilations de Gésner et d'Aldrovande, l'Ichthyologie s'enrichit des travaux de Harvey et des recherches spéciales de Borelli, Malpighi, Stenon, Bartholin, Swammerdam, Duverney, etc., et fait un progrès caractéristique dans le *Sinopsis* de Ray et Willughby, où se rencontre une distinction systématique entre les poissons osseux et les poissons cartilagineux. Dès lors l'induction sur le partage à faire parmi les poissons osseux était suffisamment préparée; il fallait reconnaître la profonde différence résultant de la simple considération histologique du squelette et prévoir qu'une différence sinon aussi grande, au moins essentielle, devait exister entre les poissons osseux, suivant que les rayons des nageoires étaient aiguillonnés ou non aiguillonnés. Cette induction capitale constitua le principal mérite de la méthode proposée à la fin du premier tiers du XVIII[e] siècle, par Artedi, dont Linné publia les manuscrits.

Après Artedi, il fallait, pour la bonne coordination des genres, trouver des caractères secondaires et tertiaires; la voie était toute tracée; de simples considérations sur le tissu des os et des appendices, avaient donné la grande coupe entre les *Cartilaginei* et les *Ossei*, et la division principale des Poissons osseux en *Malacoptérygiens* et *Acanthoptérygiens*. Une nouvelle considération, toujours empruntée au squelette, avait même déterminé, avant l'ordre des Chondroptérygiens, la distinction de l'ordre des *Branchiostéges*.

Dans ce moment, d'autres détails de l'organisation prévalurent et firent rétrograder la méthode. Linné donna une grande importance aux catopes, Klein aux branchies, Scopoli à la situation de l'anus, Gronow au nombre des nageoires, Lacépède aux opercules. Pendant ce temps, les voyageurs enrichissaient les collections, tandis que l'anatomie et la physiologie pénétraient plus avant dans l'organisation des Poissons. Dès la fin du XVIII[e] siècle une nouvelle systématisation se préparait sous l'influence des recherches de Meyer, Hérissant, Duhamel, Réaumur, Haller, Camper, Vicq-d'Azyr, Monro, Geoffroy, Scarpa, Comparetti, Allamand, Hunter, Ebel, Broussonnet, Spallanzani, etc.; et le XIX[e] s'ouvrait

par les belles recherches de Geoffroy Saint-Hilaire, Rosenthal, Cuvier, Duméril, Oken, Spix, Boyanus, Carus, Weber, Van der Hœven, Bakker, Meckel, etc. A ce point de développement de l'Ichthyologie, la meilleure systématisation devait dépendre d'une judicieuse appréciation des caractères qui avaient présidé à l'établissement des principaux ordres, et de la reprise des bonnes traditions de Ray et Artedi sur la signification du squelette.

C'est Cuvier qui sentit le mieux ces conditions de succès ; et si l'on pouvait douter des procédés qu'il suivit pour coordonner les Poissons, il suffirait de parcourir, au Muséum, la galerie d'anatomie comparée où toutes les préparations de Cuvier sur l'ostéologie des Poissons sont précieusement conservées. Malgré la prépondérance du nombre des pièces relatives à l'ostéologie de la tête, on y remarque un assez grand nombre de préparations sur l'ensemble du squelette, pour assurer que tout ce qu'il y a de vraiment biologique dans la classification de Cuvier fut basé sur la connaissance profonde du squelette des différents genres. Je ne dirai pas que la considération des parties centrales du squelette fût acceptée systématiquement par Cuvier, comme procédé essentiel de coordination, mais il est indubitable que dans les analyses difficiles, il dut tenir compte à la fois de la tête, des appendices et de la colonne vertébrale; et je n'hésite pas à attribuer à cette dernière considération tout ce qu'il y a de bon dans la classification de Cuvier. Et s'il y a dans cette classification des rapprochements imparfaits, il est pour moi tout aussi évident que, dans ces cas-là, Cuvier se laissa dominer par des phénomènes morphologiques d'une importance secondaire.

La meilleure preuve de ce raisonnement est dans les corrections opérées par Agassiz, que le point de vue paléontologique forçait à ne rien négliger dans le système osseux. Sans entrer ici dans l'exposé de la classification de Cuvier, dont nous accepterons les principales bases et qui sera plus loin l'objet d'une vérification directe, je dirai qu'en ouvrant la classification de Cuvier, il ne faut pas voir dans les dénominations de famille, telles que *Percoïdes Sciénoïdes*, *Sparoïdes*, l'indication d'une pure ressemblance extérieure, comme on l'entendait au XVIe siècle, mais l'affirmation d'une

étroite parenté basée sur la considération de l'ensemble de l'organisme.

Les modifications à apporter dans les arrangements de Cuvier se déduiront plus loin de l'application rigoureuse de la méthode que j'ai suivie jusqu'ici. Nous devons donc terminer ce paragraphe par l'indication des principales méthodes qui ont suivi celle de Cuvier.

Pour toutes les périodes antérieures à 1828, j'ai renvoyé le lecteur à l'historique rigoureux placé par Cuvier en tête de l'histoire naturelle des Poissons; je suis également dispensé de l'analyse des travaux effectués de 1828 à 1865, par la revue chronologique qu'en a donnée Auguste Duméril, dans la première partie de son Ichthyologie générale, qui eût été, sans une mort prématurée, le plus digne hommage filial qu'on pouvait faire à l'auteur de l'Erpétologie générale.

Ce que nous possédons de l'Ichthyologie générale laisse les plus grands regrets sur l'interruption d'une œuvre des plus consciencieuses. L'historique d'Auguste Duméril embrasse, dans une période de trente-cinq années, l'examen des méthodes de Cuvier, Agassiz, Oken, Mac-Leay, Swainson, Milne Edwards, J. Muller, Rich. Owen, F. J. C. Mayer, Ch. Bonaparte, Van der Hoeven, C. Duméril, J. Richardson, Bleeker, Canestrini, Kner et Th. Gill. Dans cette période, comme dans celles qui ont précédé Cuvier, je me bornerai à faire ressortir ce qui peut justifier la nouvelle méthode que je propose.

M. Agassiz, frappé de certaines relations entre le revêtement écailleux des téguments et le système osseux, relations dont la paléontologie lui fournissait un grand nombre d'exemples et dont il trouvait l'équivalent dans plusieurs genres vivants, proposa une division des Poissons suivant quatre types : les *Ganoïdes*, à écailles épaisses revêtues d'un émail lisse et luisant; les *Placoïdes*, à tégument recouvert de dépôts de dentine de forme variable, esquilles, dentelures, plaques arrondies, paillettes épineuses; les *Cycloïdes*, à écailles portant des lignes fines concentriques; les *Cténoïdes*, à écailles comme les Cycloïdes, dont le bord postérieur est en forme de peigne. Un caractère adopté d'une manière abso-

lue, d'après une induction très-imparfaitement démontrée, devait aboutir à des classements artificiels. Mais si la loi des relations entre le tégument et le squelette n'a pas été scientifiquement établie par Agassiz, ce savant paléontologiste a cependant provoqué des corrections importantes dans la méthode de Cuvier. Il est évident, par exemple, que les Lépisostées et les Polyptères ne pouvaient rester à côté des Harengs, dans les Clupes; et, malgré certaines apparences des éléments transverses, on ne pouvait les ranger dans les Siluroïdes; d'ailleurs ces deux genres se rapprochaient à certains égards des Esturgeons. L'institution du type des Ganoïdes vint donc fournir une amélioration notable, en même temps qu'elle rattachait plus intimement les genres actuels avec ceux du monde ancien. Cet ordre des Ganoïdes, d'Agassiz, a donc été maintenu avec des réductions indispensables; j'y reviendrai plus loin.

Le système de Oken est purement artificiel; celui de Swainson et de Mac-Leay repose sur la vue métaphysique de la prédominance du nombre cinq et des affinités circulaires. M. Milne Edwards a cherché à représenter les affinités qui lient les Anallantoïdiens. Pour produire de nouvelles améliorations, il fallait recourir à de nouvelles études sur l'organisation intérieure des Poissons. J. Muller s'attacha à ce travail avec une grande opiniâtreté, mais il était privé d'un procédé capable de lui faire reconnaître ce qu'il y avait d'essentiel à considérer; aussi, malgré un très-grand nombre d'éclaircissements spéciaux, il ne produisit aucun changement caractéristique dans la méthode de Cuvier. Quel perfectionnement nouveau pouvait-on attendre des caractères empruntés à la disposition des os pharyngiens inférieurs, ou de celui résultant de la présence ou de l'absence du conduit aérophore de la vessie natatoire? Muller divise les Poissons en six sous-classes : les Dipnoï, représentés uniquement par les Lépidosiréniens, qui ne peuvent entrer en ligne comme types à cause de leur complexité; pour Muller et Rich. Owen, ce sont des Poissons; pour Peters, ce sont des Reptiles; les Teleostei, qui ne présentent pas à beaucoup près la simplicité des groupes présentés par Cuvier dans les subdivisions des *Acanthoptérygiens* et

des *Malacoptérygiens;* les GANOIDEI, qui consacrent ce qu'il y a d'acceptable dans les propositions d'Agassiz, Muller les distingue en Ganoïdes à squelette cartilagineux, *acipenserini* et *spatulariæ*, et en ganoïdes osseux, *lepidosteini* et *polypterini*. Auguste Duméril a joint les *Amiadés* à ce second ordre. Dans la quatrième sous-classe, les ELASMOBRANCHES forment deux ordres, les *Plagiostomi* et les *Holocephali* qui ont permis de séparer les Chimères des Sturioniens de Cuvier. Dans la cinquième sous-classe, les MARSIPOBRANCHII, Muller sépare l'Amphioxus des Petromyzonini et des Myxinoidei; mais les objections sur lesquelles s'était basé Muller ont été levées par les travaux de M. Moreau. On peut donc supprimer la sixième sous-classe et recomposer la famille des Cyclostomes avec les Lamproies, les Myxines et l'Amphioxus: famille érigée en ordre par Rich. Owen sous le nom de *Dermopteri*. La classification de M. Mayer, d'après les différences des membres, rompt les affinités les mieux établies et ramène l'Ichthyologie aux systèmes artificiels de la fin du XVIII[e] siècle. C. Duméril appliqua aux Poissons la méthode analytique; on en connaît les avantages et les dangers.

A. Duméril a bien fait ressortir les inconvénients des subdivisions interminables de Bleeker; quant aux classifications de Canestrini, Bonaparte, Van der Hoeven, Kner, Richardson et Gill, elles ont surtout un caractère zoologique. En résumé, cette période, sauf l'établissement des Ganoïdes et quelques corrections spéciales, n'offre rien de bien saillant comme coordination.

Pour terminer ces remarques historiques sur les méthodes ichthyologiques, il me reste à examiner les méthodes proposées depuis 1865. Disons d'abord que les deux volumes publiés par A. Duméril sur les *Elasmobranches*, les *Ganoïdes*, les *Dipnés* et les *Lophobranches*, méritent tous les éloges contenus dans la juste biographie publiée par M. le professeur Paul Gervais dans son Journal de zoologie. Je ne regrette qu'une chose, c'est que dans les vingt-six planches qui accompagnent l'ouvrage de A. Duméril on ne rencontre qu'un très-petit nombre de figures sur les détails du squelette.

Après cette importante publication à aquelle nous emprunte-

rons plus loin des descriptions fort exactes, nous devons principalement examiner le travail de M. Dareste, qui, d'après son titre, paraissait entièrement placé au vrai point de vue traditionnel. Malheureusement M. Dareste, en essayant de déterminer les types ostéologiques des Poissons osseux, s'est borné à l'ostéologie du crâne, aussi a-t-il complétement échoué; et si j'entre ici dans quelques détails, j'espère qu'il ne se méprendra pas sur le caractère de ma critique, et qu'il sera persuadé que je le jugeais bien capable d'atteindre le but s'il eût réellement envisagé l'ensemble du squelette. On trouvera une analyse excellente des communications de M. Dareste dans le journal de M. P. Gervais; je vais ici examiner de près quelques-unes des corrections proposées par M. Dareste, et j'expliquerai ensuite comment ce naturaliste si instruit devait nécessairement faire fausse voie en cherchant à constituer des types d'après une partie du squelette qui ne pouvait fournir que des caractères génériques.

M. Dareste rappelle qu'il y a trente ans M. Agassiz avait cherché à caractériser certains groupes naturels de Poissons par la disposition de leur tête osseuse, et dans ces limites M. Agassiz avait pu faire des rapprochements très-intéressants. Voyons ce qui est résulté de l'extension de ce procédé à l'ensemble des Poissons osseux.

M. Dareste reconnaît cinq types devant fournir les caractères de cinq ordres: le premier type, le plus répandu, comprend les *Acanthoptérygiens* de Cuvier, les *Malacoptérygiens abdominaux*, sauf les Siluroïdes, les Cyprinoïdes et les Mormyres; il comprend aussi les *Malacoptérygiens subbranchiens*, les Ophidium parmi les *Malacoptérygiens apodes*, et les *Plectognates*. Ce type est surtout caractérisé par les dimensions et le mode de connexion des ailes orbitaires du sphénoïde antérieur et de l'interpariétal.

Les autres types sont également caractérisés au moyen du crâne. Le second comprend les Murénoïdes; le troisième, les Cyprinoïdes avec les Cobitis; le quatrième, les Mormyres avec les Gymmarchus; le cinquième, les Siluroïdes.

M. Dareste prévoit aussi, dès sa première communication, que les Ophicéphales et les Gymnotes formeront probablement deux nouveaux types.

Examinons successivement ces différents types et surtout le premier comprenant, dans un même ordre, la totalité des premier, troisième et sixième ordre de Cuvier, une bonne partie du second et les Ophidium du quatrième. Pour juger cette première confusion, je me contenterai de soumettre à la confrontation la plus élémentaire le squelette de la perche avec celui d'un hareng ou celui d'un Merlus ordinaire, et je demanderai si la considération spéciale du crâne peut autoriser à réunir dans un même ordre des squelettes appartenant à des types morphologiques aussi notoirement distincts. En faisant un type avec les Murénoïdes, M. Dareste se place dans une situation moins attaquable, mais qui a l'inconvénient d'anéantir les affinités successives des Anguilliformes avec les Gadoïdes. Il en est de même du troisième type essentiellement formé par les Cyprinoïdes. Je conviens que cette famille de Cuvier a les caractères typiques les mieux tranchés, et nous verrons plus loin que ces caractères nous permettront de justifier la démarcation d'Artedi entre les *Acanthoptérygiens* et les *Malacoptérygiens*.

Dans le quatrième type uniquement formé par les Mormyres, M. Dareste place les Gymmarchus. Je reconnais avec M. Dareste que ces squelettes s'éloignent des *Malacoptérygiens apodes*; mais les Mormyres ne sauraient constituer un type au même titre que les Cyprinoïdes et les Percoïdes.

Enfin, pour le cinquième type essentiellement fourni par les Siluroïdes, je montrerai plus loin que, malgré leurs caractères bien tranchés, ils forment morphologiquement un passage naturel des *Malacoptérygiens abdominaux* aux *Malacoptérygiens subbranchiens*, et qu'il suffit, dans l'arrangement de Cuvier, de changer le numéro de cette famille, qui doit, après les Esoces, céder le rang aux Salmones et aux Clupes et figurer comme la dernière famille des *Malacoptérygiens abdominaux*.

Après ces objections générales, je dois, pour préciser cette argumentation, descendre des types dans les sous-types qui constituent pour M. Dareste de véritables familles.

Ici M. Dareste reconnaît que son travail n'est que la confirmation des travaux de Cuvier et des démembrements que Muller et

Agassiz ont fait subir ensuite aux familles établies par Cuvier. Le premier de ces démembrements opéré dans les Esoces, comprend les genres Belone, Exocœtus et Hémiramphus. M. Dareste le justifie par la forme et les connexions des frontaux principaux, des occipitaux externes, des mastoïdiens et du palatin. Mais si l'on compare la région thoracique de ces trois genres avec la même région, chez les Brochets, on reconnaît la complète inopportunité de ce démembrement. Ces genres-là appartiennent bien manifestement aux Esoces et ne sauraient être agrégés plus naturellement à une autre famille, par conséquent toute amélioration vraiment biologique était ici complétement inutile, et la zoologie pure à l'exemple de Bleeker, peut seule y intervenir sous les dénominations analytiques de *Subfamilia*, *Cohors*, *Stirps*, *Genus*, *Species*, que nous devons savoir gré à Cuvier d'avoir évitées.

Parmi les Salmones, M. Dareste, à l'exemple de Muller, distrait les Characins; j'indiquerai plus loin l'utilité de ce groupe comme forme de passage. Au lieu d'étudier les Characins d'après l'arrangement indiqué par Cuvier, il faut simplement les placer avant les Salmones, après les Cyprinoïdes et les Esoces. Dans cette situation, il est impossible de ne pas reconnaître les grandes affinités qu'ils ont avec le type Cyprinoïde.

Les corrections essentielles relatives aux Clupes ont été faites par M. Agassiz; mais d'après les excellentes descriptions données par cet observateur sur l'ensemble du squelette des Polyptères et des Lepisostées, il est difficile d'admettre que M. Agassiz se soit décidé sur la considération spéciale du crâne, car il a particulièrement insisté sur les caractères de la colonne vertébrale.

Pour les Gadoïdes et les Pleuronectes, M. Dareste confirme Cuvier; mais dans les Gobioïdes, il sépare, à l'exemple de M. Agassiz, les Blennies et les Gobies. Je conviens que le crâne divise ces deux genres; mais Cuvier, qui regardait un peu plus loin, a cru devoir les réunir dans une même famille, et cette résolution est pleinement motivée par la comparaison des parties les moins modifiables du squelette. C'est encore à l'exemple de M. Agassiz que M. Dareste sépare les Trachines et les Uranoscopes, et, d'après la forme générale du crâne, les considère comme très-voisins des

Gobioïdes; ce rapprochement est également impossible si l'on tient compte de tout. Je remarquerai pour les personnes qui voudraient vérifier ces comparaisons, qu'il est utile souvent de les faire entre animaux de grandeur différente; ainsi, par exemple, pour le cas de l'Uranoscope, il n'y a qu'à choisir un Gobius trois fois plus petit et à comparer la colonne vertébrale vue par sa face inférieure; on saisit alors une différence grossière entre les deux séries de vertèbres thoraciques, au point de vue de la forme, des proportions et des connexions du corps des vertèbres avec leurs apophyses transverses. M. Dareste trouve que les Chœtodons ressemblent aux Sparoïdes, c'est précisément pour cela que Cuvier place les Squammipennes immédiatement après les Sparoïdes et les Ménides. Mais il y avait là une correction plus essentielle à opérer relativement aux Castagnoles, qui appartiennent évidemment aux Scombéroïdes; cette parenté est si évidente, quand on considère l'ensemble du squelette, que M. le professeur P. Gervais n'imaginait pas qu'on avait pu la rompre. Mais il est vrai de dire que dans l'arrangement de Cuvier l'ensemble des Chœtodons précède immédiatement les Scombéroïdes.

Parmi les Anguilliformes, Cuvier reconnaît lui-même que les Ophidium diffèrent notablement des Anguilles, cependant il les place là d'après l'ensemble du squelette. Muller, en les rapprochant des Gadoïdes, n'a donné qu'une très-faible indication des relations morphologiques qui lient à cette famille l'ensemble des Anguilliformes. Enfin, pour terminer l'examen de ces démembrements d'ailleurs très-accessoires, je citerai le rapprochement inattendu des Batrachus avec les Gobiesoces, et des Lophies avec les Echeneis. Si M. Dareste veut bien mettre de côté la tête de ces squelettes, il reconnaîtra, d'après les principes qu'il professe luimême sur l'appréciation d'un type, qu'il est anatomiquement impossible de maintenir de pareils rapprochements.

M. Agassiz et après lui M. Wogt ont parlé de l'importance qu'il fallait attacher, dans les méthodes, à la considération des formes que présente l'enveloppe osseuse du système nerveux central. Mais le système nerveux central n'est pas seulement la moelle allongée, c'est aussi la moelle épinière; et les derniers linéaments

du squelette nous montrent encore, dans les derniers Poissons, la partie fondamentale de la corde dorsale, alors que son couronnement céphalique n'est plus qu'une ébauche ; et si nous poursuivons l'étude de ce système nerveux chez les Mollusques, nous voyons survivre le centre longtemps après la disparition de l'encéphale.

Il y a donc là, pour la subordination des caractères, un fait général qui doit prévaloir et que notre maître en biologie, l'éminent Blainville, faisait assez ressortir lorsque, à propos de l'anatomie comparée de chaque système, il distinguait les parties essentielles des *organes de perfectionnement.* C'est dans cette considération capitale qu'il faut reprendre la véritable tradition et résoudre avec elle toutes les questions de méthode.

Les erreurs commises par M. Dareste sont une démonstration éclatante de ce principe : car s'il a méconnu des affinités réelles bien établies depuis Artedi, c'est qu'il n'a tenu compte que d'un petit nombre de caractères empruntés à une partie très-modifiable du squelette ; si modifiable que dans le groupe si homogène des Gadoïdes, M. Dareste reconnaît tantôt l'absence, tantôt la présence des crêtes qui lui servent à définir des types, en même temps que sa solide instruction de zoologiste lui fait reconnaître, entre familles *très-éloignées*, des caractères qu'il accepte comme *vraiment typiques*. Aussi l'opération de M. Dareste s'est-elle réduite, d'une part, à une grave confusion générale entre plusieurs familles de *Malacoptérygiens* et l'ordre des *Acanthoptérygiens ;* et d'autre part à des démembrements, les uns nécessaires, prévus par Cuvier ou effectués par Agassiz, les autres entièrement contraires à la saine appréciation des parties fondamentales du squelette.

Si la discussion précédente permet de contester toute influence méthodique à M. Dareste, elle réserve, en zoologie spéciale, la compétence de ce naturaliste dont les dernières observations sur le groupe des Leptocéphales, provisoirement placé par Cuvier parmi les Anguilliformes, prouvent assez l'utile coopération. En découvrant dans ce genre le jeune du Congre, parfaitement vérifié par M. Moreau, M. Dareste a ouvert une voie des plus intéres-

santes à la simplification des parties les plus confuses de l'Ichthyologie.

Je ne dois pas entrer ici dans l'examen des travaux spéciaux effectués sur différentes espèces vivantes ou fossiles, tels que ceux de Monoyer, Gouriet, Harting, sur la vessie natatoire, de Van Beneden, sur le Dentex Lackeniensis, etc., et si je suis entré dans quelques détails sur les travaux de M. Dareste, c'est qu'ils se rapportaient à une question générale de méthode et pouvaient servir à une démonstration. Je noterai cependant une excellente communication de M. le docteur Sauvage sur la terminaison de la colonne vertébrale chez les Pleuronectes, qui confirme par le degré de développement la succession paléontologique des divers genres de cette famille.

Enfin, au point de vue zoologique, je dois en terminant déclarer que la division très-simple adoptée par M. le professeur Paul Gervais, dans ses Éléments de Zoologie, est celle qui concilie le mieux les travaux modernes avec l'opération générale de Cuvier, en même temps qu'elle offre pour l'enseignement des avantages incontestables.

Après cette dernière indication, je dois clore ici ces remarques historiques qui, en somme, pour le classement, se réduisent à quatre opérations essentielles : celle de Ray étendue par celle d'Artedi, la grande coordination de Cuvier et le complément paléontologique d'Agassiz. Ces opérations assignent une origine commune aux progrès essentiels de l'Ichthyologie.

En abordant maintenant la détermination abstraite et concrète des types ichthyologiques, je vais fournir une dernière preuve à l'appui de ce principe, en jugeant ce qui a été fait, d'après la considération des parties du squelette les plus propres à nous guider dans l'établissement des familles et affinités ichthyologiques.

III

DÉTERMINATION DES TYPES ICHTHYOLOGIQUES

D'après les remarques historiques que nous venons de faire sur les principales phases de l'Ichthyologie, nous pouvons facilement

prévoir les types essentiels que nous aurons à rechercher pour coordonner l'ensemble des Poissons.

La principale distinction entre les Poissons osseux et les Poissons cartilagineux, déjà préparée par Aristote à propos de l'analyse des parties intérieures et extérieures, nous fait concevoir deux types, un pour les Poissons osseux, un pour les Sélaciens. Mais la grande variété des premiers, malgré leur grande homogénéité, nous laisse également entrevoir la nécessité d'accepter deux types distincts pour les Acanthoptérygiens et les Malacoptérygiens d'Artedi. Nous pouvons en même temps prévoir que les Pharyngiens labyrinthiformes par leur singularité biologique doivent se rattacher à un type spécial. Entre les Osseux et les Cartilagineux, le point de vue paléontologique nous fera peut-être découvrir un type intermédiaire parmi les Ganoïdes.

Enfin, si nous considérons l'ensemble des Elasmobranches, nous aurons à décider s'il faut se contenter d'un type choisi parmi les Sélaciens ou s'il faut distinguer les Squales, les Raies et les Chimères. Nous avons déjà éliminé de la ligne des types les Lepidosirènes à cause de leur complexité spéciale. Nous devons faire de même pour les Cyclostomes, sans renoncer à signaler les particularités importantes du squelette.

Dans la classe si nuancée des Oiseaux, les conditions principales d'équilibre nous ont facilité la détermination abstraite des formes typiques; mais chez les Poissons, malgré la grande variété des formes, la difficulté est plus grande. A première vue cependant, cette grande opposition entre certaines formes générales nous permet d'entrevoir une différence nécessaire entre le mode d'activité d'un Percoïde et d'une Raie qui doit, pour un même milieu, correspondre à des différences typiques profondes; mais la considération des Batracoïdes parmi les Osseux, et de certains squales parmi les Chondroptérygiens, vient nous imposer à cet égard la plus grande réserve.

Cette détermination abstraite se trouve donc bornée ici à la seule distinction évidente entre les Poissons osseux et les Sélaciens d'Aristote, distinction dont il est facile de préciser les caractères en opposant un squelette de Raie, au squelette d'une Perche.

Il nous faut donc aborder directement la détermination concrète, en nous appuyant sur les manifestations morphologiques les plus saisissantes des Acanthoptérygiens, des Malacoptérygiens, des Ganoïdes et des Elasmobranches.

Si la forme doit être réservée en ce qui concerne la fixation du nombre des types, nous devons au contraire en tenir compte dans le choix à faire parmi les familles d'un même ordre, car elle doit être la formule la plus générale dans l'aspect et les propriétés de cet ordre. Si nous devions, par exemple, nous borner à un type essentiel pour déduire les Acanthoptérygiens, il ne serait pas indifférent de choisir une Perche ou un Uranoscope, une Sciène ou un Chœtodon : car, à côté des affinités, nous aurions à tenir compte de l'expression la plus parfaite du groupe que nous voudrions classer et, à l'égard des Acanthoptérygiens, il est évident qu'il faudrait choisir entre les Perches, les Sciènes ou les premiers Scombres. Nous trouvons en effet dans ces genres la forme classique du Poisson vulgaire; seulement, pour suivre les lignes de dérivation, il ne faudrait pas perdre de vue les principaux modes suivant lesquels un type se transforme.

Le cas des Cétacés chez les Mammifères nous a préparés aux modifications profondes que l'on peut observer dans une même classe, et les Reptiles nous ont déjà familiarisés avec les Métamorphoses variées d'un même type; mais ici nous allons retrouver dans presque tous les ordres une tendance morphologique qui présente une sorte de périodicité si non absolue, au moins assez générale. En effet, chez les Acanthoptérygiens aussi bien que chez les Malacoptérygiens, la forme primaire tend à se modifier ou en hauteur ou en largeur ou en longueur, c'est-à-dire que le type de la forme moyenne d'une Perche, d'une Carpe, d'un Scombre, subit progressivement un aplatissement tantôt latéral, tantôt horizontal, ou bien se prolonge en un cylindre à la manière des Ophidiens.

Dans le cas des Cétacés, nous reconnaissons un témoignage évident de la subordination des lois biologiques aux lois cosmologiques ; mais ici le milieu est le même, et nous sommes autorisés à voir dans ces modifications d'un même type une loi de dé-

gradation qui même quelquefois provoque des monstruosités.

D'après ces remarques générales, nous pouvons maintenant aborder la détermination concrète des types en commençant par les Acanthoptérygiens et en reprenant l'arrangement méthodique de Cuvier, modifié accessoirement par plusieurs naturalistes, mais présentant au fond les vues générales qui vont nous permettre d'envisager l'ensemble de l'Ichthyologie.

Cuvier a rangé les Acanthoptérygiens et les Malacoptérygiens en quatre ordres; trois pour les Malacoptérygiens et un seul pour les Acanthoptérygiens; les Chondroptérygiens en forment deux; et deux ordres spéciaux réunissent les Plectognathes et les Lophobranches.

Le premier ordre se subdivise en quinze familles; c'est par lui qu'il faut aborder la nouvelle coordination, en acceptant d'abord le type bien figuré et décrit par Cuvier en tête de l'histoire naturelle des Poissons, dans la quelle nous trouvons d'ailleurs, à propos de chaque genre, des documents ostéologiques précieux. Ces documents portent d'abord sur la tête, les nageoires et les pièces protectrices de l'appareil branchial; mais on y trouve aussi sur la colonne vertébrale assez de renseignements pour assurer que Cuvier a dû en tenir compte dans sa classification; ceux relatifs à la Perche sont assez caractéristiques pour que nous devions les transcrire ici:

« L'épine du dos a quarante-deux vertèbres, dont vingt et une sur la cavité abdominale et vingt et une à la queue. La dernière est dilatée verticalement pour porter les rayons de la caudale. Il y a vingt paires de côtes qui commencent dès la première vertèbre. Les deux dernières vertèbres, sur l'abdomen, n'ont que des apophyses transverses descendantes et dilatées. Les deux premières côtes sont simples; les douze suivantes sont fourchues, c'est-à-dire qu'elles ont chacune une petite côte ou une arête, adhérente vers le quart supérieur de la face externe; les six ou sept premières côtes s'attachent au corps de la vertèbre. Petit à petit les apophyses transverses s'allongent, et les six ou huit dernières côtes ne tiennent qu'à leur extrémité. Les apophyses transverses de la dernière vertèbre de l'abdomen se soudent en une seule plaque

qui porte le premier interépineux de l'anale. Il y a sur toutes les vertèbres, des apophyses épineuses, pointues, dirigées un peu obliquement en arrière.

» Les vertèbres de la queue en ont de semblables au-dessous. Le corps de chaque vertèbre a son milieu plus mince que ses extrémités, et le vide qui en résulte en dessous, occupé par deux arêtes longitudinales; en avant de l'inter-épineux qui porte le premier rayon de la première et même de la seconde dorsale, en est un qui n'en porte point. »

D'après cette description, nous voyons que, relativement à l'espèce que Cuvier voulait présenter comme type d'un grand nombre de Poissons osseux, il a tenu compte du nombre de vertèbres, de leur répartition qui est toujours importante à considérer pour les proportions relatives entre le tronc et la queue, de leur forme, de leurs connexions avec la caudale et l'anale, du nombre et de la forme des côtes, des connexions des apophyses épineuses avec les inter-épineux. Il est évident que si pour chaque genre Cuvier avait donné à la colonne vertébrale la même attention, il n'eût rien laissé à faire comme classification.

Relativement à la Perche, nous n'avons qu'à ajouter quelques détails sur les connexions de l'élément transverse avec le corps des vertèbres, pour compléter les caractères de ce premier type et en étudier les déductions. D'après les excellentes préparations de Cuvier conservées au Muséum, et d'après mes vérifications sur un assez grand nombre de Percoïdes, on voit apparaître l'élément transverse bien distinctement à partir de la cinquième vertèbre abdominale; il se détache en dehors et en avant du corps de la vertèbre, près de sa face antérieure et au-dessous de la base des neurapophyses, de manière que le corps de la vertèbre est presque entièrement libre en dessous. De la cinquième à la vingtième vertèbre, cet élément subit, par degrés successifs, les modifications suivantes : allongement, obliquité en arrière et en bas, et connexion de plus en plus inférieure avec le corps de la vertèbre, de telle sorte que vers la quinzième vertèbre les deux arêtes longitudinales de la face inférieure des corps, décrites par Cuvier, n'existent plus. En même temps que cet élément subit ces modifi-

cations dans la grandeur, la forme et la situation, il se creuse à la base et en avant, d'une gouttière, et son extrémité se termine en pointe. La connexion des côtes mérite aussi une grande attention : les premières sont en connexion avec le corps, immédiatement derrière le point d'émergence de l'élément transverse ; puis, à mesure que cet élément s'allonge, la connexion de la côte se déplace successivement de la base de l'apophyse transverse à sa pointe, sur son bord postérieur. Ajoutons enfin, pour achever de caractériser ce type, que les neurapophyses se détachent au-dessus en avant et de chaque côté des corps vertébraux, sous forme de lames triangulaires, dont la base, en débordant le corps de la vertèbre, fournit l'apophyse articulaire antérieure, et dont les sommets prolongés en épine s'accolent de manière à circonscrire le canal rachidien. Au-dessus de leur réunion, règne en avant une petite gouttière ; on remarque aussi une légère dépression à leur face externe.

Si, à l'aide de ces caractères, nous examinons les groupes de Percoïdes établis par Cuvier, il nous sera facile d'apprécier leur degré de parenté. Mais pour mieux juger les cas les plus complexes, il est préférable d'établir dès à présent les caractères qui distinguent ce type d'avec les Malacoptérygiens. Or, puisque ceux des Cyprinoïdes ont particulièremement frappé les naturalistes, nous confronterons immédiatement le squelette de la Carpe avec celui de la Perche.

Sous le rapport des proportions générales, nous remarquons chez la Carpe une certaine harmonie générale entre le tronc, la queue et les appendices ; mais, dans la forme et les proportions des côtes, des apophyses épineuses et de leurs connexions avec les nageoires, nous avons immédiatement l'impression d'un type ostéologique bien différent de celui de la Perche. Le corps des vertèbres abdominales chez la Carpe est aplati à la face inférieure et en grande partie occupé latéralement par les articulations avec les côtes. Celles-ci ont une forme, une dimension et une situation si caractéristiques qu'elles donnent tout d'abord au squelette des Cyprinoïdes un aspect particulier. Leur extrémité interne, large, aplatie d'avant en arrière à bord inférieur tranchant et bord supérieur

arrondi, s'articule largement sur toute la hauteur de la face latérale des vertèbres, suivant une facette obliquement dirigée de haut en bas et d'arrière en avant. Les neurapophyses, moins étalées que chez la Perche, fournissent en avant à leur base, une apophyse articulaire surmontée d'un prolongement épineux qui dans les huit à dix premières vertèbres se rapprochent de manière à former un second anneau supérieur; ainsi réunies, elles viennent s'accoler au bord postérieur de l'apophyse épineuse placée devant. Plus loin, ces prolongements moins longs, restent libres. Les apophyses épineuses supérieures et inférieures sont beaucoup plus allongées que chez la Perche, et forment une légère courbure à convexité antérieure. L'étendue des articulations costo-vertébrales modifie notablement l'aspect de la face inférieure de l'épine. Quant à l'élément transverse, il reste en quelque sorte stationnaire dans toute la région des côtes; il se présente là sous la forme d'une apophyse aplatie, comme l'extrémité des côtes, d'avant en arrière, et formant une sorte de crête oblique de haut en bas et d'arrière en avant. Cette apophyse, restreinte en avant chez la Perche, occupe ici toute la hauteur du corps des vertèbres, mais en allant vers la queue, elle descend notablement de manière à dégager, sur le côté, le corps de la vertèbre. Cette disposition ne se présente pas au même degré chez tous les Cyprinoïdes; c'est sur la Carpe vulgaire qu'il faut d'abord la vérifier; elle est peu sensible par exemple chez les Brêmes. Si l'on joint à ces caractères généraux ceux des appendices, de la tête et de la première vertèbre abdominale, on reconnaîtra facilement dans la Carpe un type des mieux tranchés et justifiant tout d'abord la grande division d'Artedi.

Je reviens maintenant à notre type des Percoïdes, que nous allons rapprocher des autres chefs de famille pris parmi les Acanthoptérygiens. En étendant ensuite la même opération aux Malacoptérygiens, nous serons dans les meilleures conditions pour juger les cas douteux et les démembrements accessoires qu'il était utile d'opérer. Je confronterai d'abord avec la Perche le squelette des Sciènes, des Spares et les Scombres.

Par l'ensemble des caractères, les Maigres ou Sciènes se rapprochent facilement des Percoïdes; l'absence de dents au palais,

les os caverneux de la tête, sont des caractères zoologiques distinctifs; mais en regardant le centre de l'épine, on ne peut méconnaître cette grande affinité. Pour dériver les Sciénoïdes, il faut seulement bien s'impressionner de la configuration des éléments transverses et de leur connexion avec les côtes; il faut aussi remarquer l'aspect de la partie inférieure de la colonne vertébrale en avant de la partie abdominale, et noter en même temps que le dédoublement de la côte, quand il existe, paraît se faire dès son origine.

Si nous passons aux Spares, nous pouvons, d'après le palais dénué de dents, les rapprocher des Sciénoïdes ; mais nous reconnaissons un type qui s'éloigne un peu plus des Percoïdes par les proportions et la configuration de l'élément transverse et par la proportion des côtes et des apophyses épineuses.

Cuvier a bien remarqué les apophyses hautes et larges des Sargues et la ressemblance des sept premières apophyses transverses, courtes, grosses, offrant en arrière une large facette articulaire pour recevoir la côte qui lui correspond.

En passant aux Scombéroïdes, nous observons un changement dans la forme générale du squelette, la proportion de la queue, la longueur du corps des vertèbres, la disposition des apophyses transverses formant l'anneau dès la dixième dorsale, la séparation des doubles côtes, partant d'abord du même point en avant et se divisant en arrière pour affecter des connexions différentes, la crête médiane inférieure du corps des vertèbres ; mais au fond, nous reconnaissons encore ici un type qui se rapproche des Percoïdes par les dispositions fondamentales.

Ces trois sous-types étant donnés, nous allons vérifier les affinités établies par Cuvier dans les neuf premières familles des *Acanthoptérygiens*, les Percoïdes, les Joues cuirassées, les Sciénoïdes, les Sparoïdes, les Menides, les Squammipennes, les Scombéroïdes, les Tænioïdes et les Theutyes. C'est après l'analyse de ces familles que nous pourrons bien classer les Pharyngiens labyrinthiformes, les Mugiloïdes, les Gobioïdes et les Labroïdes.

La grande famille des Percoïdes de Cuvier peut être considérée comme une des meilleures applications de la méthode naturelle.

Les subdivisions en cinq familles déterminées par la méthode analytique n'y présentent aucun avantage et ont le grand inconvénient d'y restreindre le point de vue synthétique bien développé par la dénomination caractéristique de Percoïde dans laquelle Cuvier a voulu rallier une grande quantité de genres dont les affinités fondamentales lui étaient démontrées. Je crois donc qu'il faut respecter l'homogénéité de cette famille et se contenter pour l'arrangement des Acanthoptérygiens, de quelques modifications dans l'ordre de succession adopté par Cuvier, afin de lire plus nettement les affinités qui les unissent. La disposition qui nous a paru la plus convenable consiste, à partir des Percoïdes qui ont plus de sept rayons branchiaux, à séparer sur trois lignes de dérivation les autres familles d'Acanthoptérygiens. Sous la ligne directe des Percoïdes que l'on peut continuer avec les Trachichtes, les Beryx, Myripristis et Holocentrums, je propose de ranger les Scienoïdes, qui à la rigueur se détacheraient plus haut, mais que l'on peut présenter ici comme sous-type. Les Scienoïdes, par les Pomacentres, les Glyphisodons, conduisent très-naturellement aux Sparoïdes, aux Squammipennes et aux Menides. A gauche de cette ligne directe, je placerai les Scombéroïdes, en les faisant précéder par les Percoïdes à ventrales abdominales, Mulles, Polynèmes, Upeneus, Paralepis et Sphyrènes. A droite enfin, sous les Vives, Percis, Pinguipes, Percophis et Uranoscopes, je disposerai les Trigles.

La situation donnée aux Trigles dans la dernière édition du Règne animal est des plus caractéristiques; en effet, malgré la spécialité morphologique de la tête, les Trigles ont les plus grandes affinités avec les Perches si l'on considère les parties fondamentales du squelette. Cette affinité se lit facilement chez les Trigles proprement dits, les Scorpènes, les Pteroïs, les Agriopes, les Synancées; mais si l'on regarde l'ensemble de la région abdominale, des Prionotes, Malarmats dactyloptères, Cottes, on sent la nécessité d'établir entre les Trigles une subdivision essentielle, sans rompre cependant les liens généraux si intimes de ce groupe. Si nous confrontons un Scorpène avec les Percoïdes les mieux caractérisés, nous reconnaissons d'abord la légitimité de la situation de

cette famille dans l'arrangement de Cuvier; puis, si nous opposons ce Scorpène à un Cotte, nous sommes frappés par une différence spéciale dans la forme générale des côtes et aussi par leur disposition et leur connexion avec le corps des vertèbres.

Pour la disposition générale, il faut d'abord confronter un Cotte avec un Trigle, le Chabot par exemple avec le Rouget; on reconnaît alors que, sauf la proportion de l'élément transverse, il y a entre ces deux squelettes de profondes analogies. Mais si l'on veut remarquer ensuite dans l'ensemble des Trigles le mode de connexion de la côte avec le corps de la vertèbre, dans les premiers segments abdominaux, on reconnaît alors que la conformation du Chabot n'est que l'extension, à une grande partie de la colonne abdominale, de la disposition qu'on remarque seulement en avant dans l'ensemble des Trigles. D'après ces observations morphologiques, je pense qu'il faut restaurer l'ancienne distinction de Linné entre les Trigles, les Cottes et les Scorpènes. En plaçant les Scorpènes en tête des Trigles comme se rattachant plus directement aux Percoïdes, on les fait suivre des Ptéroïs, Blepsias, Apistes, Agriopes, Pelors, Synancées et Lepisacanthes; viennent ensuite les vrais Trigles, avec les Dactyloptères, Céphalacanthes, Malarmats et Prionotes; enfin les Cottes avec les Platycéphales (*Cottus insidiator*), les Hémitriptères et les Hémilepidotes. Quant aux Epinoches, on peut en dehors de leurs caractères génériques, les ranger après les Cottes, tout en leur reconnaissant des relations fondamentales avec les Trigles. Cette dernière situation acceptée par Cuvier est une des preuves les plus intéressantes de l'importance qu'il a dû attacher aux parties fondamentales du squelette. N'ayant pas eu à ma disposition des squelettes d'Oréosome, je les conserverai ici après les Epinoches, sur le dire de Cuvier.

A part ces subdivisions spéciales, on peut reconnaître ici la grande sagacité de Cuvier dans la constitution de la famille des Joues cuirassées, entre les Percoïdes et les Scienoïdes. Il est évident que s'il avait appliqué à ce groupe de Poissons le classement analytique, toutes les affinités eussent été rompues. On peut se convaincre des motifs sérieux qui ont déterminé Cuvier, en lisant dans son Histoire naturelle des Poissons tous les détails qu'il a

donnés sur l'épine dorsale, à propos du Rouget, des Prionotes, des Malarmats, des Dactyloptères, des Chabots, des Platycéphales des Hémitriptères, des Sébastes, des Ptéroïs, des Agriopes, des Synancées et des Epinoches.

Pour rester fidèle au plan que je viens d'indiquer, je dois maintenant reprendre la ligne des Percoïdes et justifier par quelques indications spéciales les familles de Cuvier et les subdivisions spéciales que je propose.

J'ai dit que l'on pouvait continuer la ligne directe de dérivation des Percoïdes au moyen des Scienoïdes, des Sparoïdes, des Ménides, des Squammipennes et des Theutyes.

L'affinité des Sciénoïdes avec les Bars, des Diagrammes Pristipomes avec les Cerniers et Centropristes, des Lobotes Scolopsides Glyphisodons avec les Pomotis, Priacanthes, Doules, est évidente et justifie la situation directe que nous donnons aux Sciénoïdes après les Percoïdes. A côté de ce rapprochement, on ne peut contester la déduction qui lie successivement les Sparoïdes, les Ménides, les Squammipennes et les Theutyes, à la suite des Sciénoïdes. Il faut seulement parmi les Chétodons écarter les Castagnoles dont les caractères Scombéroïdes sont incontestables, et placer les Psettus et les Platax au passage des Squammipennes aux Theutyes. Plusieurs Scombéroïdes pourraient se placer à côté des Chétodons et des Spares : aussi, en étudiant maintenant cette grande famille, allons-nous y établir quelques subdivisions que la morphologie de l'épine rend indispensables.

(*La suite au prochain numéro.*)

Le mécanisme des valvules semi-lunaires du cœur (1), par M. le Dr CERADINI.

(TRADUCTION DE M. LE DOCTEUR LETOURNEAU)

Le premier chapitre comprend l'histoire critique de la question. On croit aujourd'hui, comme au temps de Vésale, avant la découverte de la circulation, que la fermeture des valvules semi-lunaires est due au reflux du sang artérioso-veineux vers le ventricule, au commencement de la diastole. Les recherches postérieures suscitées par la théorie qui attribuait à ces valvules la fonction de fermer, durant la systole, les orifices des artères coronaires, n'ont fait aucunement progresser l'étude de leur mécanisme.

Cette théorie, indiquée pour la première fois par Scaramucci (1689), puis par Boerhaave et Fanti, fut ensuite nettement formulée par Stroem (1707) et enfin soutenue avec un plus grand luxe d'arguments par Tebesio (1708), qui mérite d'y attacher son nom. Avant Brücke, auquel appartient l'expression de *Sebststeuerung* ou *Autodirection* du cœur, Lancisi, Wieussens, Morgagni, Sénac, Haller, Hamberger et Kleefeld s'en étaient occupés. La question préjudicielle de savoir si, en s'appliquant sur les parois des sinus de Valsalva, les valvules semi-lunaires pouvaient plus ou moins, dans l'intérieur de l'aorte, recouvrir les orifices des artères coronaires, cette question avait été résolue négativement par Morgagni, Sömmering, Meckel, Chouland, Lauth, Cruveilhier et Joseph. Les recherches postérieures de Hyrtl, Bojanowski, Henle et autres ne firent que confirmer cette impossibilité. Lancisi, Sénac, Haller et Kleefeld avaient en outre démontré que les artères coronaires battent, comme l'aorte, pendant la systole du ventricule.

Brüke n'ajouta aucun fait nouveau à ceux que ses prédécesseurs avaient déjà allégués en faveur de la théorie de Tebesio ; au contraire, le fait nouveau objecté contre cette théorie, d'abord par Hyrtl, puis par Eudemann et Perls, savoir que si l'on enlève un morceau de l'artère coronaire, le jet sanguin provient toujours du tronçon central de l'artère, ce fait ôtait toute valeur à l'hypothèse d'abord exprimée par Lancisi, puis soutenue plus tard par Brücke, alors que Morgagni en avait déjà démontré l'inconsistance, hypothèse suivant laquelle les pulsations systoliques des artères coronaires seraient dues au reflux du sang occasionné par l'obturation des capillaires dans les parois ventriculaires durant la contraction et par la compression subie alors par les rameaux profonds de ces artères.

Les recherches instituées par Eudemann, Witlich, Ludwig, Budge,

(1) Leipsig, 1872. 75 pages et une planche.

Nüdinger sur le cœur transporté hors de la poitrine, ne contribuaient guère à résoudre la question ; en effet, non-seulement elles ne donnèrent que des résultats contradictoires, mais en outre Perls constata plus tard que l'on obtenait des résultats identiques sur des cœurs à qui l'on avait seulement extirpé les valvules semi-lunaires. La méthode même des injections faites avec des substances solidifiantes n'inspire aucune confiance ; car elle a conduit Hyrtl, Mierswa et Rüdinger à des conclusions opposées à celle que Burdach avait le premier formulées.

L'inconsistance de l'idée de l'autodirection du cœur peut encore se démontrer rigoureusement par les considérations suivantes. Soit que le sang auquel est due la pulsation systolique des troncs artériels coronaires y afflue de l'aorte (comme il arrive au début de la systole jusqu'au moment où les valvules semi-lunaires passent de la position de fermeture de l'orifice de cette artère à celle de l'occlusion des artères coronaires), soit que ce sang y reflue des rameaux profonds de ces artères quand par le fait de la systole les capillaires des parois du cœur se sont oblitérés, le fait est que le jet fourni par la coronaire piquée s'observe au début de la diastole, exactement comme ceux que pourrait fournir une artère voisine quelconque, par exemple, une intercostale. Force est donc d'admettre que dans les troncs des artères coronaires la pression du sang pendant la systole n'augmente pas sensiblement moins que dans l'aorte. Or, d'autre part, comme la force qui devait déterminer un pareil reflux dans ces vaisseaux devrait évidemment être celle-là même qui est chargée de faire progresser les colonnes sanguines dans le reste de l'arbre artériel, c'est-à-dire la contraction des parois ventriculaires, on ne voit pas bien comment un semblable mécanisme pourrait donner lieu à une économie des forces du cœur.

En dernière analyse, l'hypothèse de l'autodirection du cœur reviendrait à dire que dans les coronaires la pression du sang augmente pendant la systole et diminue pendant la diastole des ventricules, exactement comme dans les artères voisines ; que pourtant le fait que, dans ces artères, le sang non-seulement s'arrête, mais même retourne sur ses pas alors que la vitesse de son cours augmente dans toutes les autres artères, ce fait favorise singulièrement le mécanisme du cœur. Il faudrait donc que le ventricule qui se contracte épargnât sa propre force en en employant une partie à produire un reflux dans son propre tissu. Il faudrait que le cœur détruisît, pour ainsi dire de ses propres mains, son propre ouvrage. Or, la force que le cœur devrait dépenser pour obtenir ce reflux correspond parfaitement à celle qui suffirait à l'empêcher, si elle agissait en sens inverse en empêchant la compression des vaisseaux propres du ventricule. L'hypothèse de l'autodirection équivaut en outre à la négation absolue de la nutrition du cœur. En effet, comme il faut admettre que dans la diastole, qui dure sensiblement moins que la systole, il afflue aux vaisseaux profonds du cœur juste autant de sang qu'il en reflue durant la systole, il en résulterait la nécessité d'un perpétuel mouvement de va-et-vient du sang dans les vaisseaux artériels et vei-

neux du cœur. Selon cette hypothèse donc, l'occlusion systolique supposée des orifices coronaires, sur laquelle elle prétend se fonder, serait non-seulement inutile, mais encore il en serait de même de l'existence même de ces orifices.

Enfin on peut encore alléguer contre la compression supposée, que devraient subir durant la contraction du muscle les vaisseaux qui en traversent la substance, les résultats nettement défavorables des recherches de Ludwig, Sezelkow et Sadler constatant la richesse plus grande du courant sanguin fourni par la veine d'un muscle après une contraction de ce muscle. Quant aux expériences de Donders et d'Albini, qui, en injectant les artères coronaires sur le cadavre, auraient observé une augmentation de capacité des ventricules, il suffira de dire que Oehl obtint par le même moyen des résultats opposés ; du reste, on sait que la systole cardiaque produit seulement une augmentation relativement faible de la pression sanguine dans les artères, puisque cette pression demeure considérable même durant la diastole, et d'autre part on sait que les muscles ployés en arc n'ont pas, comme le manomètre métallique, de tendance à se redresser par l'effet de la systole cardiaque.

Étant ainsi prouvé que les orifices coronaires ne sont point recouverts par les valvules semi-lunaires repoussées vers les parois des sinus de Valsalva, il reste à savoir si ces valvules se mettent réellement en contact avec les parois des sinus durant la systole du ventricule. Pour résoudre cette question, Rüdinger se servit d'un court tube de verre ouvert à une extrémité, fermé à l'autre par un couvercle de verre et muni latéralement d'une ouverture tubulaire. Après avoir sectionné l'aorte d'un cadavre un peu au-dessus des sinus, il liait l'extrémité ouverte du tube dans le tronçon central et le tube latéral dans le tronçon périphérique constitué par l'aorte thoracique et abdominale tout entière. Puis, après avoir rempli d'eau tout l'appareil par une des veines pulmonaires, il imitait les mouvements du cœur en en pressant les parois avec la main, et il observait le mécanisme des valvules à travers l'extrémité du tube fermée par le couvercle transparent.

Rüdinger aurait ainsi constaté que les valvules semi-lunaires prennent dans la systole cette position de corde tendue à travers la lumière du vaisseau, que Hamberger leur avait théoriquement assignée. Suivant Rüdinger, si la systole mettait ces valvules en contact avec les parois des sinus, elles ne pourraient plus s'en écarter dans la diastole pour aller fermer l'orifice artériel ; mais cette observation est sans valeur, car on peut admettre que l'élasticité des valvules mises en jeu par la tension résultant du choc de l'ondée sanguine dans la systole est assez forte pour ramener ces valvules à la position de cordes, c'est-à-dire dans le courant refluant, que l'on suppose chargé de les fermer. En effet, Rüdinger partage l'opinion générale des physiologistes et des cliniciens, cette opinion déjà défendue par Nega, Hyrtl, Traube et tant d'autres, suivant laquelle la fermeture de l'orifice artériel dépend du reflux sanguin, s'effectuant du trou artériel vers le ventricule et correspondant au moment initial de la diastole de ce ventricule.

Ces recherches de Rüdinger, répétées suivant la même méthode et avec le même résultat par Mierswa, n'inspirèrent pourtant en général que peu de confiance, et en effet la méthode en était manifestement erronée. Ces auteurs ne soumettaient d'abord les parois de l'aorte qu'à une distension poussée *jusqu'à un certain degré*, sans se préoccuper de la pression physiologique moyenne exercée par le sang dans ce vaisseau ; ils négligèrent en outre aussi bien la nature du volume d'eau injectée pour faciliter la compression du ventricule et aussi celle de la vitesse avec laquelle cette injection avait été pratiquée. Enfin ils ne se prémunirent point contre les effets de l'élasticité des parois ventriculaires, qui pourtant devaient permettre des oscillations de toute la colonne d'eau, oscillations dont il est facile de se figurer l'influence perturbatrice dans des recherches de cette nature.

En conséquence, si les recherches établies pour étudier la fonction des valvules semi-lunaires permettent d'exclure à bon droit l'autodirection du cœur, pourtant elles n'enseignent rien sur le mécanisme de ces valvules. Admettre que leur clôture soit la conséquence du reflux qui se produit au début de la diastole, c'est affirmer que le bruit cardiaque le plus court, le second bruit, dont la production n'a pas lieu sans une clôture parfaite de ces valvules, se forme seulement à un moment avancé de la diastole. Nous verrons au contraire (c'est ainsi que l'auteur termine son premier chapitre) que la clôture des valvules semi-lunaires précède le début de la diastole ; c'est un effet immédiat de la cessation de la systole ventriculaire ; par conséquent, tout reflux sanguin venant du tronc artériel étant empêché, le temps qui s'écoule entre le commencement du premier bruit cardiaque, du bruit le plus long, et le second bruit, le bruit le plus court, mesure avec précision la durée de la systole. De même, la durée de la diastole ventriculaire est exactement mesurée par le temps qui s'écoule entre le bruit cardiaque court et le bruit cardiaque le plus long.

Le second chapitre comprend les résultats des nouvelles recherches faites par l'auteur dans le laboratoire physiologique de Leipsick, afin de déterminer sur le cœur du porc à peine extrait de la poitrine de l'animal vivant, premièrement la position d'équilibre des valvules semi-lunaires (c'est-à-dire la position que prennent ces valvules, quand le tronc artériel, dont elles ferment l'entrée, est rempli ainsi que le ventricule d'un liquide de nature analogue à celle du sang et distendu par une pression égale à la pression moyenne expérimentalement constatée sur le vivant), deuxièmement leurs mouvements systoliques et diastoliques. La position d'équilibre fut examinée dans les deux troncs artériels ; les mouvements furent étudiés seulement dans l'artère pulmonaire, l'aorte ne se prêtant pas à l'expérience, à cause de l'absence d'un cône artériel dans le ventricule gauche, et par suite de l'impossibilité de supprimer les oscillations du liquide que l'on dut y pousser pour imiter la systole.

Les recherches préliminaires faites par l'auteur une année auparavant dans le même laboratoire physiologique, pour déterminer la pression du sang dans les deux troncs artériels par la méthode déjà suivie par Ludwig et

Beutner, lui avaient démontré que l'artère pulmonaire est physiologiquement distendue par une pression atteignant à peine le huitième de celle qui distend les parois aortiques. On obtient la confirmation de ce fait en étudiant la position que prend sur un cœur extrait de la poitrine le conduit artériel, alors que l'on fait dans l'artère pulmonaire une injection graduelle, si, au préalable, on a fait dans l'aorte une injection à une pression égale à celle révélée pendant la vie par le manomètre lié au tronçon central de la carotide. La direction normale du conduit artériel, c'est-à-dire du ligament, qui en résulte chez l'animal adulte, est oblique entre les deux vaisseaux; l'extrémité du conduit naissant de l'artère pulmonaire se dirige vers le cœur seulement quand le manomètre placé dans cette artère pulmonaire marque $\frac{1}{8}$ environ de la pression que l'on a primitivement établie dans l'aorte: et c'est alors seulement que le diamètre des deux vaisseaux est sensiblement le même. Si l'on pousse plus loin l'injection de la pulmonaire, le ligament artériel prend bientôt une position transversale entre les deux vaisseaux, et finalement une position oblique, en sens contraire de l'obliquité normale. A ce moment, le diamètre de l'aorte est sensiblement plus petit que celui de l'artère pulmonaire, et le conduit artériel tourne vers le cœur son extrémité insérée sur l'aorte.

Cette même recherche répétée en employant le tube de Rüdinger ci-dessus mentionné, en le liant aux tronçons des deux troncs artériels, sert à déterminer aussi bien la position d'équilibre des valvules que la forme et la position normale de l'artère pulmonaire utiles à connaître pour les recherches ultérieures sur le mécanisme des valvules. Cette artère pulmonaire qui, à l'état de vacuité, est longue seulement de 5 centimètres, a dans le porc adulte une longueur de 7 centimètres alors qu'un liquide en distend les parois à la première pression physiologique. Dans ces conditions, elle décrit une courbe que l'on peut appeler arc de l'artère pulmonaire, et dont la corde fait avec l'arc du cône artériel du ventricule droit un angle de 135 degrés. Une des valvules semi-lunaires de l'artère pulmonaire correspond constamment à la face antérieure du ventricule droit, dont par conséquent le cône artériel est limité en liant par le *sinus antérieur*. La position d'équilibre des valvules est sensiblement la même dans les deux artères; dans les six valvules, leurs bords libres sont d'égale longueur et ils sont beaucoup plus courts que la concavité des sinus de Valsalva mesurée sur la section sinueuse que fait l'artère correspondant au *plan de l'orifice artériel*, c'est-à-dire à ce plan qui passe par les insertions valvulaires sur les parois de l'artère. Dans l'artère pulmonaire, ce plan partage en deux parties égales l'angle ci-dessus mentionné que la corde de l'arc artériel forme avec l'axe du cône. Le petit triangle équilatéral qui pourrait s'inscrire dans la portion sinueuse de l'artère sur le plan de son orifice a des angles qui coïncident avec les points de rencontre des bords libres des valvules; le côté de ce triangle équilatéral est dans un rapport constant avec celui du triangle aussi équilatéral, ayant ses angles aux points médians du profil des sinus ou au plus grand triangle qui se puisse

inscrire dans le plan de l'orifice artériel. Le côté du premier triangle est à celui du second comme 28 : 36, et les dimensions sont 0,028 et 0,036. La première portion de l'aorte est sensiblement rectiligne; son axe est normal au plan de l'orifice de l'artère pulmonaire.

La position d'équilibre des valvules pulmonaires a toujours été déterminée avant d'en étudier les mouvements. Pour ces recherches, on prépare le cœur en le réduisant au simple tronc de l'artère naissant du cône du ventricule droit. L'appareil se compose du tube de Rüdinger uni par sa tubulure latérale à l'extrémité inférieure d'un tube vertical se terminant en haut dans un vase cylindrique ouvert supérieurement. Après avoir lié l'artère sur l'extrémité ouverte et dirigée en bas du tube de Rüdinger, après avoir aussi lié le cône artériel du ventricule sur l'orifice du tube d'injection, on remplit d'eau l'appareil en réduisant le niveau dans le vase supérieur, à la hauteur de 30 centimètres au-dessus du plan horizontal passant par le centre de l'orifice artériel. De cette façon, les parois de l'artère sont distendues par une pression égale à celle qui les distend pendant la vie. Pour faire l'injection on emploie un vase cylindrique ouvert en haut et du fond duquel part le tube destiné au cône artériel. L'orifice de ce vase est fermé par une membrane de gomme élastique bien tendue, dont le plan se confond avec le plan horizontal passant par le centre de l'orifice artériel, de telle sorte que cette membrane, en se soulevant en coupole sous le poids de la colonne d'eau qui la presse, fait équilibre par sa distension à la distension des parois artérielles. Le diamètre du vase supérieur dans lequel on maintient le niveau de la colonne d'eau et la résistance de la membrane, doivent être calculés de telle sorte qu'en réduisant par pression la membrane à sa forme plane initiale, l'orifice artériel soit traversé par un volume d'eau égal à celui du sang que chasse le ventricule pendant la systole. (Environ 70 centimètres cubes, selon Fick. La pression diastolique s'élève en même temps de 30 centimètres aux 39 centimètres de la pression systolique.)

La position d'équilibre des valvules toujours observées avant que l'on essayât d'en étudier les mouvements, est généralement telle que les bords libres de ces valvules se confondent presque avec les côtés du petit triangle. Pourtant, sur trois des dix cœurs soumis à l'expérience on observa une courbe très-sensible du bord libre, courbe dont la convexité était tournée vers le centre du triangle et même dans le cas où cette anomalie était la plus accentuée ; l'orifice artériel offrait la forme d'une étoile à trois rayons. Ces faits démontrent l'erreur où était tombé Burdach en croyant que, dans la position d'équilibre, les valvules fermaient l'orifice artériel et que par là était évitée toute possibilité de reflux du sang de l'artère vers le ventricule, au commencement de la diastole. Du reste, on sait que dans les pompes le reflux a toujours lieu et ne s'élève pas à moins du $\frac{1}{7}$ de l'eau soulevée par le piston, quoique dans ces appareils la position d'équilibre des valvules soit réellement celle d'occlusion ; c'est que ce reflux dépend de la subite interversion du mouvement du piston, quand il est arrivé à l'extrémité de sa course, alors

que le poids des valvules utilisé pour hâter l'occlusion n'est pas encore entré en action ou n'y entre que graduellement.

Il y a donc lieu de croire que dans le cœur, si ce reflux n'était pas autrement empêché, il ne serait pas inférieur à celui qui se produit dans les pompes. En effet, si après avoir ramené par compression la membrane élastique à sa forme plane initiale, on l'abandonne subitement à elle-même, quand les valvules ont repris la position d'équilibre, le reflux mesuré par l'abaissement de la colonne d'eau dans le tube de pression s'élève à 7 centimètres cubes dans les cas d'orifice à forme étoilée et à 11 centimètres cubes dans ceux bien fréquents d'orifice triangulaire, c'est-à-dire précisément à $\frac{1}{7}$, en moyenne, du volume d'eau soulevé.

Pourtant, quelques phénomènes hydrauliques jusqu'à ce jour négligés ou oubliés et qui s'observent dans les tubes de conduite, pouvaient faire soupçonner un fonctionnement des valvules assez parfait pour exclure la possibilité d'un reflux dans le cas particulier de la pompe cardiaque. Si l'on sollicite à se mouvoir le long d'un tube une colonne d'eau comprise entre deux pistons, on voit qu'à la base comprimée du cylindre liquide les molécules (dont les courants ont été rendus visibles par de la poudre de lycopode en suspension) se meuvent des parois vers l'axe, en formant un tourbillon centripète, tandis qu'à la base opposée elles sont entraînées par un tourbillon centrifuge qui les jette vers les parois du tube. Ces faits prouvent que la pression supportée par les multiples anneaux ayant un axe commun, dont le cylindre liquide peut être regardé comme composé, est d'autant plus grande que ces anneaux sont plus éloignés de l'axe du tube et qu'à la périphérie de la base présumée la pression est plus grande qu'au centre, tandis qu'au centre de la base opposée elle est plus grande qu'à la périphérie ; c'est-à-dire que le cheminement de la colonne d'eau est simplement le résultat d'un mouvement intestin d'inversion résultant de ce que, dans l'unité de temps, il afflue à la base comprimée autant de molécules de la périphérie au centre, qu'il en arrive dans le même temps du centre à la périphérie, à la base opposée. En effet, si avec deux liquides diversement colorés, peu miscibles et d'un poids spécifique égal on forme une colonne composée de deux cylindres superposés, ou d'un cylindre interne revêtu d'un manteau annulaire et qu'on la chasse ensuite le long du tube, on assiste bientôt à une parfaite transposition des deux liquides, qui se remplacent l'un l'autre.

Pour exprimer plus clairement l'idée de ce mouvement d'inversion du liquide, supposons, dit l'auteur, que pour supprimer tout frottement rude entre la paroi interne d'un tube et la surface d'une tige cylindrique de diamètre beaucoup plus petit et destinée à accomplir dans ce tube des mouvements de va-et-vient, supposons que l'on interpose un anneau constitué par un tube de gomme élastique contenant un fluide. Si la section du tube constituant l'anneau est circulaire, si le diamètre interne de l'anneau est plus petit que celui de la tige et son diamètre externe plus grand que celui du tube dans lequel la tige doit se mouvoir, alors l'anneau obligé de se loger

entre la tige et le tube, dilaté par l'une et comprimé par l'autre, devra nécessairement prendre la forme d'un manchon à parois creuses et plus ou moins distendues par le fluide qui y est contenu. Il est d'ailleurs évident que les courses alternatives de la tige détermineront un renversement du manchon, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, c'est-à-dire une transposition de la paroi interne à la place de l'externe et *vice versa*. Dans la colonne fluide chassée le long d'un tube, la tige sera représentée par la ligne axillaire, dont le diamètre peut être supposé mentalement réduit à zéro, le manchon sera la somme des couches cylindriques de même axe, et leur mouvement d'inversion transformera en frottement circulaire le frottement rude sur les parois du tube.

Un phénomène seulement un peu plus complexe, mais de nature analogue et qui s'applique immédiatement à l'explication du mécanisme des valvules semi-lunaires, se peut observer chaque fois que l'on arrête brusquement le mouvement du piston. En vertu de la différence de force vive acquise par les molécules dans la région de l'axe et vers la périphérie du tube, il arrive que la colonne liquide, au moment où cesse son mouvement de translation, se décompose en un cylindre interne qui continue avec une rapidité croissante son mouvement de translation dans la direction de l'axe, et en un manteau annulaire externe, dont la direction du mouvement s'intervertit et dont la plus grande vitesse appartient à la couche cylindrique autour de l'axe du tube et qui est à égale distance des parois du tube cylindrique interne. En vertu de ce fait, on est obligé d'admettre que la brusque cessation de la systole cardiaque provoque dans les colonnes sanguines lancées dans les troncs artériels la décomposition instantanée en un courant axillaire conservant la direction qu'il avait dans la systole, et en un courant pariétale rétrograde se dirigeant vers les sinus de Valsalva, reliés par un tourbillon centripète ; ce courant lèche la face concave et supérieure des valvules et en détermine l'occlusion.

On arrive ainsi à distinguer théoriquement dans le mécanisme de ces valvules une première période d'occlusion systolique ou transitoire synchrone avec le point mort systolique des ventricules, et caractérisée par une distension modérée des valvules animées d'un mouvement parallèle au plan de l'orifice artériel ; puis survient une seconde période d'occlusion diastolique ou permanente synchrone avec le début de la diastole et caractérisée par une forte distension des valvules, qui sont repoussées vers la cavité du cône artériel ventriculaire, parallèlement à l'axe de ce cône.

Si maintenant on veut, au moyen de l'appareil ci-dessus décrit, étudier séparément ce double mécanisme d'occlusion des valvules, il importe de se prémunir contre la possibilité d'un reflux, par oscillation de la colonne d'eau. Pour cela, la membrane élastique doit être maintenue plane par le poids d'un gros disque de plomb, que l'on soulève assez lentement pour permettre l'incurvation progressive de cette membrane, de manière à ne provoquer qu'un faible rapprochement des bords valvulaires libres, puis ce disque de

plomb étant abandonné à lui-même, quand les valvules ont repris leur position d'équilibre, peut (en retombant avec la rapidité résultant de la différence entre son propre poids et la poussée en sens inverse exercée par la colonne d'eau dans le tube de pression) reproduire l'aplatissement de la membrane en un laps de temps qui ne dépasse pas une petite demi-seconde, durée approximative de la systole ventriculaire.

Les résultats des expériences répondirent merveilleusement bien aux prévisions. Au premier afflux du courant systolique, le diamètre du bulbe de l'artère augmente peut-être de $\frac{1}{5}$; la valvule du sinus antérieur, plus efficacement heurtée à cause de la courbure du vaisseau dont elle occupe la convexité, cette valvule, disons-nous, se renverse sensiblement vers la paroi du sinus correspondant, mais elle s'arrête en vibrant, alors qu'elle est encore séparée de cette paroi par un grand espace falciforme. Les deux autres valvules vibrent simplement autour de leur position de cordes, ainsi que le font probablement les trois valvules de l'aorte, dont l'axe est tout d'abord rectiligne comme nous l'avons dit, et normal au plan de l'orifice artériel. Au moment pourtant où la systole cesse, c'est-à-dire au moment où le disque de plomb s'arrête brusquement dans sa chute, les valvules se ferment avec une foudroyante rapidité, en appliquant mutuellement leurs bords libres les uns sur les autres; puis cette application est immédiatement suivie d'un mouvement inverse de restitution dans la position d'équilibre. Ce fait se manifeste immédiatement, car on voit luire le champ de l'orifice artériel autrement obscurci par l'opacité du cône ventriculaire, qui en constitue le fond.

Cette occlusion transitoire des valvules devient permanente, si à la systole on fait succéder la diastole, en soulevant le disque de plomb immédiatement après sa chute. Durant l'occlusion diastolique, les bords réunis des valvules représentent les côtés de la pyramide élevée sur le petit triangle pris pour base et dont le sommet, formé par le contact des trois nodules d'Arantius, tombe sur l'axe du cône ventriculaire. Que maintenant on reproduise la systole en pressant doucement la membrane élastique, et l'on voit la hauteur de la pyramide diminuer de plus en plus, le sommet se rapprocher de plus en plus de la base. Pourtant l'ouverture de l'orifice artériel, qui théoriquement devrait avoir lieu au moment où l'élasticité des valvules est, si peu que ce soit, capable de surmonter la résistance représentée par la différence des pressions auxquelles le sang est soumis dans le ventricule et l'artère (ou dans tous les cas avant que le sommet de la pyramide ait rejoint le plan de la base), cette ouverture n'a lieu que plus tard et elle se produit au-dessus du plan de la base toutes les fois que les bords libres des valvules en équilibre limitent un orifice de figure nettement stellaire, puisque dans ce cas l'adhésion en maintient le contact réciproque plus efficacement qu'à l'ordinaire.

Enfin l'auteur combat la théorie imaginée par Baumgarten pour expliquer une clôture présystolique des valvules cuspidales. L'auteur croit aussi à une occlusion diastolique de ces valvules, mais il l'explique comme l'occlusion sys-

tolique des valvules semi-lunaires par des tourbillons dans lesquels fait irruption la veine liquide affluant ou affluée dans la cavité du cœur. Les tourbillons sont spécialement entretenus par la réflexion vers les parois que subit au sommet du ventricule le rayon sanguin affluant dans l'axe, où les résistances sont moindres. En outre, les ventricules raccourcis, durant la systole, par un mouvement de concentration vers la pointe du cœur, s'allongent ensuite durant la diastole par un mouvement inverse et nécessairement ils communiquent alors aux couches sanguines voisines des parois une impulsion dans le même sens ; cette impulsion contribuera à maintenir dans la cavité du viscère, pendant toute la durée du point mort diastolique, un tourbillon dont l'effet sera de pousser le sang du sommet des ventricules vers le fond des vestibules, dans le voisinage des parois, et du fond des vestibules vers le sommet du cœur, dans l'axe de la cavité. C'est à l'action de ces tourbillons qu'est due l'occlusion présystolique des valvules cuspidales, dont le tissu, ainsi que celui des valvules semi-lunaires, a le même poids spécifique que le sang.

Le propriétaire-gérant :
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

DU LANGAGE

CONSIDÉRÉ

COMME PHÉNOMÈNE AUTOMATIQUE ET D'UN CENTRE NERVEUX PHONO-MOTEUR

Par M. le Dr ONIMUS

L'importance de l'acte réflexe dans tous les phénomènes du système nerveux est aujourd'hui universellement reconnue. On peut même dire qu'il préside à toutes les manifestations fonctionnelles. Il ne faut pas, en effet, limiter l'action réflexe aux mouvements que la moelle peut déterminer sans l'intervention du cerveau; mais d'une manière générale, on peut considérer comme acte réflexe toute transformation d'une impression centripète en une réaction centrifuge, que cette transformation ait lieu dans la moelle ou dans l'encéphale, que l'impression soit périphérique ou qu'elle soit centrale, qu'elle provienne de nerfs sensitifs spinaux ou de nerfs des sens, et même de cellules ou de centres présidant aux phénomènes psychologiques. En un mot, on retrouve des actes réflexes très-nets et incontestables, même dans les fonctions intellectuelles; et nous voulons montrer dans ce mémoire l'influence de cet automatisme pour la fonction-langage.

Il nous faut remarquer surtout, que certains mouvements réflexes sont extrêmement compliqués, et qu'ils produisent tout un ensemble d'actes coordonnés et correspondant à un but déterminé. A ce point de vue, nous rappellerons quelques faits fondamentaux sur lesquels nous avons insisté dans un travail sur les *Phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau* (*Journal d'anatomie et de physiologie*, n° de novembre 1870-1871).

Les actions réflexes existent pour tous les tronçons de la moelle, et même pour tout groupe de cellules nerveuses, pour un ganglion, par exemple; mais à mesure que la masse nerveuse centrale est plus grande, elles prennent des caractères spéciaux.

C'est ainsi que d'un mouvement limité aux jambes, dans le cas où la moelle est sectionnée assez bas, on arrive peu à peu à déterminer des mouvements plus étendus, à mesure qu'on coupe la moelle plus près de l'encéphale. Enfin, lorsque les lobes cérébraux seuls sont détruits, l'action réflexe limitée à un seul membre n'a plus lieu, et une excitation quelconque détermine forcément un mouvement d'ensemble, qui, selon les animaux, est la locomotion, le saut, la natation, le vol.

Lorsque la moelle est séparée de l'encéphale au-dessous du bulbe, les mouvements d'ensemble (le saut ou la natation chez la grenouille, par exemple) ne sont plus possibles, et, dans ce cas, les mouvements réflexes sont toujours proportionnels à l'énergie de l'excitation. Mais, lorsque les lobes cérébraux seuls sont enlevés, il n'en est plus ainsi ; que l'excitation soit forte ou faible, les mouvements qui succèdent à une excitation sont toujours des mouvements d'ensemble. Remarquons surtout que l'ablation des lobes cérébraux ne fait disparaître aucun des mouvements qui existent chez l'animal sain, et que ceux-ci acquièrent même plus de régularité ; on pourrait presque dire qu'ils se font plus normalement qu'à l'état normal.

D'un autre côté, ces mouvements ont lieu fatalement ; ils ne peuvent pas ne pas s'exécuter. C'est ainsi qu'*il faut* que la grenouille, privée de ses lobes cérébraux et mise dans l'eau, nage ; de même *il faut* que le pigeon, sans lobes cérébraux, lancé en l'air, vole.

On doit conclure de tous ces faits, que les mouvements d'ensemble sont produits par des centres nerveux spéciaux, situés en dehors du cerveau, quoique dans la région encéphalique, centres indépendants de la volonté quant au mécanisme ; mais qui sont essentiellement passifs, et qui n'entrent en activité que lorsqu'ils sont excités par le cerveau proprement dit ou par une excitation périphérique.

On ne doit donc plus admettre dans les mouvements habituels et volontaires, une action directe du cerveau sur chaque muscle, et l'on est obligé de reconnaître qu'il existe, en dehors du cerveau, des centres de mouvements qui servent d'intermédiaires entre la

volonté et les actes extérieurs. Le cerveau envoie, pour ainsi dire, l'ordre général d'exécuter tel ou tel mouvement, et ce sont ces centres coordinateurs et directeurs des mouvements qui se chargent de l'exécution et des détails de l'acte fonctionnel.

De plus, comme nous le disions déjà plus haut, ces mouvements automatiques ont une précision, une netteté que n'ont pas toujours les mouvements dans lesquels la volonté intervient d'une manière incessante et continue.

Nous avons distingué les mouvements d'ensemble qui se produisent au moyen des centres locomoteurs, en dehors de l'influence du cerveau, en deux classes : les uns sont d'instinct, tel que le vol chez les oiseaux, la natation chez les canards. (Nous avons observé que de jeunes canards élevés par une poule, et qui n'avaient jamais été à l'eau, auxquels nous avons enlevé le cerveau, se sont mis à nager après l'opération, lorsque nous les avons plongés dans l'eau.) La seconde classe comprend les mouvements d'ensemble que l'on rencontre uniquement chez des animaux âgés ; nous avons appelé ceux-ci actes réflexes d'habitude ou d'éducation. Telle est, par exemple, pour les pigeons, l'action de placer la tête sous l'aile lorsqu'ils dorment, ainsi que celle de se lisser les plumes. Jamais nous n'avons observé ces faits chez les jeunes pigeons auxquels nous avons enlevé le cerveau ; tandis que chez les pigeons âgés cet acte d'habitude subsiste après cette opération.

Voici donc un exemple frappant de l'influence de l'habitude sur les mouvements automatiques.

Enfin, les modifications organiques ou physiologiques, alors même qu'elles ne sont que momentanées, agissent également sur les mouvements réflexes d'ensemble. C'est ainsi qu'à l'époque d'accouplement, en excitant une grenouille mâle décapitée, on provoque surtout des mouvements dans les membres antérieurs, comme s'il s'agissait d'étreindre la femelle.

Ainsi, mouvements coordonnés et automatiques d'instinct ou d'éducation, et mouvements coïncidant à une fonction temporairement exagérée, existent encore intégralement lorsque le cerveau est enlevé. On est donc en droit de dire qu'à l'état normal

ces phénomènes se font par le même mécanisme, et que la volonté n'a qu'une influence excitante et directrice.

Ce qui est vrai pour les mouvements d'ensemble des principales fonctions nous paraît également applicable à la fonction-langage pour laquelle nous croyons pouvoir établir un centre qui préside, en dehors de la volonté, aux actes de la phonation. Certes, ici la question devient plus complexe, car les nerfs impressionnants ne sont plus des nerfs sensitifs proprement dits, et il est impossible de démontrer *expérimentalement* l'indépendance d'un centre que nous proposons d'appeler *centre phono-moteur*.

Il faut néanmoins remarquer que les centres locomoteurs mêmes n'ont pas toujours besoin d'une excitation périphérique ou de l'action des nerfs sensitifs spinaux pour entrer en activité.

Ainsi, il serait difficile de spécifier quels sont les nerfs sensitifs qui agissent dans le cas où un animal sans cerveau cherche à reprendre son équilibre, ou par quelle action périphérique le pigeon jeté en l'air se met fatalement à voler. On constate ainsi, dans beaucoup de cas où l'action réflexe est incontestable, un mécanisme qui a lieu dans les régions centrales du système nerveux, et où l'impression existante provient d'une sorte de mémoire ou réminiscence d'impressions antérieures. Le mot *mémoire* dans ce sens signifie évidemment imprégnation d'impressions antérieures, et le phénomène est en lui-même le même pour les cellules sensitives que celui qui a lieu pour les cellules cérébrales.

Les mouvements d'ensemble, et surtout ceux d'éducation, ont, comme élément de coordination, cette mémoire inconsciente qui n'est autre chose qu'une impression souvent répétée et qui réagit sur les cellules motrices, en régularisant et proportionnant l'action musculaire. Ayant été ébranlée un nombre incalculable de fois dans une certaine modalité, la même cellule réagira encore de la même façon à une impression du même genre, même lorsque la volonté et l'intelligence sont anéanties. C'est par ce mécanisme que peuvent s'expliquer les actions réflexes compliquées et celles qui ont lieu sans excitation périphérique.

Pour les animaux supérieurs, les actes réflexes d'instinct sont bien moins nombreux que pour les animaux inférieurs; mais par

contre les actes réflexes d'habitude ou d'éducation existent en grand nombre, et c'est à tort qu'on a longtemps refusé à ceux-ci le même mécanisme automatique qu'aux actes réflexes d'instinct; car si l'automatisme ne domine pas dans tous ces phénomènes, on peut assurer qu'il existe comme fait fondamental et nécessaire.

Quant au langage, où nous croyons que l'on retrouve tous les caractères des actes réflexes d'éducation, les mouvements d'ensemble ne se forment que peu à peu, et par une éducation longue et difficile; mais c'est absolument le même procédé que pour des mouvements d'ensemble moins compliqués, tels que la marche.

Les premiers actes sont limités, simples, mais encore incoordonnés; puis, peu à peu, les mouvements qui ont lieu le plus souvent deviennent plus réguliers et plus étendus, et ce n'est que lorsque chaque mouvement simple est devenu bien net que les mouvements d'ensemble se font d'abord indécis, puis coordonnés.

Plutarque déjà avait fait la remarque que la première voix distincte et articulée que l'homme prononce c'est A, car le souffle qui sort de la bouche par le simple mouvement de l'ouverture des lèvres, est le premier son simple, qui n'a pas besoin de l'aide d'aucun autre instrument, n'appelant pas même la langue à son secours. Puis surviennent les mots un peu plus compliqués et demandant l'intervention de plusieurs muscles. Le président de Brosse, dans son *Traité de la formation mécanique des langues*, 1765, est un des premiers qui ait bien analysé ce qui se passe physiologiquement dans le langage.

« Les germes de la parole, dit-il, ou les inflexions de la voix humaine, d'où sont éclos tous les mots du langage, sont des effets physiques et nécessaires, résultant absolument, tels qu'ils sont, de la construction de l'organe vocal. » — « Le langage humain et la forme des noms imposés aux choses, n'est pas autant qu'on se le figure, l'opération de la volonté arbitraire de l'homme; dans la première fabrique du langage et des noms radicaux, cette forme est l'effet nécessaire des sensations venues des objets extérieurs, *sans que la volonté y ait eu presque aucune part.* »

Un fait qui est digne d'être remarqué, c'est que dans toutes les langues les syllabes *ab*, *pa*, *am*, *ma*, sont les premières que pro-

noncent les enfants, c'est-à-dire qu'ils commencent par se servir des lèvres, toutes ces syllabes étant des labiales. Nous croyons trouver l'explication de ce fait dans la plus grande facilité qu'ils ont d'imprimer des mouvements à leurs lèvres; celles-ci renferment en effet les muscles volontaires qui, les premiers et le plus souvent, sont mis en activité par l'action de téter.

Nous voyons donc, que pour les mouvements extérieurs qui conviennent au langage, les phénomènes sont régis par les mêmes lois que pour les mouvements d'ensemble de la marche, de la natation, ou pour ceux que nécessite le jeu d'un instrument quelconque.

L'éducation se fait en procédant du simple au composé jusqu'au moment où par cette série d'essais et d'efforts il se forme, par habitude, une sorte de mémoire qui régularise et coordonne l'action musculaire et lui fait prendre instantanément la direction et l'énergie voulue.

Chez l'adulte, les phénomènes qui se rattachent au langage sont si compliqués qu'il est difficile d'y retrouver des actions automatiques, d'autant plus que le langage, servant à manifester nos idées, il paraît constamment être l'effet d'un acte volontaire et intellectuel. Mais dans certains cas pathologiques, et même dans quelques conditions normales, nous trouvons des preuves manifestes d'une action purement réflexe, et tout au moins d'une sorte de mécanisme automatique, où les sensations perçues influent plus directement que la volonté et ont souvent plus d'action que celle-ci.

Examinons d'abord quelques-uns des cas qui ont lieu à l'état normal, et principalement l'influence que peut avoir, sur la mémoire des mots et par conséquent sur la fonction-langage, le sens de l'ouïe, celui qui de tous les sens concourt le plus à créer cette fonction.

Lorsqu'on étudie ce qui se passe dans la récitation à haute voix, surtout chez les enfants, on voit très-bien que presque toujours ce n'est pas l'idée à exprimer qui amène les mots; mais bien l'habitude d'avoir répété plusieurs fois les mêmes sons dans le même ordre. Un mot en amène un autre, autant parce qu'on a

cherché à les retenir l'un après l'autre, que par la succession des sons. C'est pour cette raison surtout qu'il est plus facile de retenir textuellement des vers que de la prose; car dans ce cas, à côté du son des mots, il y a encore le rhythme du vers. De même pour presque toutes les personnes, lorsqu'on reste court au milieu d'une phrase et surtout d'un vers, il faut souvent, pour se rappeler la partie oubliée, recommencer le vers tout entier ou même reprendre une série de vers précédents, et profiter surtout de la cadence et de la rime.

Souvent encore, sans entendre distinctement le mot que la volonté cherche vainement, le son vague de ce mot fait aussitôt revenir à la mémoire le mot oublié. Ce phénomène arrive presque toujours lorsqu'un souffleur est assez éloigné, et qu'il est, pour ainsi dire, entendu par la personne seule qui récite; tandis que les autres personnes qui sont à côté ne perçoivent qu'un bruit confus. Assurément il y a dans ces cas une action inconsciente où notre pouvoir intellectuel n'intervient pas, et où l'excitation du sens de l'ouïe agit d'une façon automatique.

Laplace, dans son *Essai philosophique sur les probabilités*, cite le fait suivant : « Un jour qu'un négociant de Paris marchait dans les rues de Saint-Germain, songeant à des affaires fort sérieuses, il ne put s'empêcher de moduler tout bas, chemin faisant, l'air d'une ancienne chanson qu'il avait oubliée depuis bien des années. Arrivé à deux cents pas de là, il commença à entendre dans la place publique un aveugle jouer ce même air sur son violon, et il imagina que c'était une perception légère, une *semi-perception* du son de cet instrument, affaibli par l'éloignement, qui avait monté ses organes sur ce ton, d'une manière insensible à lui-même.

» Il assure que depuis ce temps il s'est donné souvent le plaisir de suggérer des airs à son gré à un atelier d'ouvrières, sans pouvoir être entendu d'elles. Lorsqu'il cessait un moment de les entendre chanter, il fredonnait tout bas l'air qu'il voulait qu'elles chantassent, et cela ne manquait presque jamais de leur arriver, sans qu'elles l'eussent sensiblement entendu, ou qu'aucune d'elles s'en doutât. »

Que de fois l'intonation de la première partie d'une phrase ou d'un mot nous rappelle aussitôt la phrase et le mot entier! Sous ce rapport, les enfants sont très-curieux à étudier, car dès que le mot exact leur revient par ce procédé, ils le prononcent très-rapidement et comme s'il allait leur échapper, comme chez certains aphasiques le mot part comme un ressort, et, un instant après, ils ne peuvent souvent plus le prononcer.

Chez un aphasique que nous avons eu l'occasion d'observer, nous avons essayé très-souvent cette action de l'intonation pour lui faire dénommer un objet. Presque toujours, en lui disant la première partie d'un mot, il arrivait à le prononcer en entier. Un jour, je lui montrai une statuette, et je le priai de me dire le nom de cet objet. Comme il ne trouvait pas le mot exact, je pensais le lui faire dire en disant *sta*, la première partie du mot *statue*. J'eus beau répéter trois ou quatre fois, *sta*; il ne put achever le mot, et ce n'est que lorsque sa femme qui est concierge et qui l'accompagnait, lui dit : c'est une es... qu'il acheva aussitôt le mot, en disant : c'est une *estatue*. J'avais oublié que dans l'idiome vulgaire on dit une es-statue et non une statue, et je ne cite ce fait que parce qu'il indique bien combien la première intonation arrive à rappeler le mot oublié.

Un des faits qui prouve encore l'automatisme qui existe dans la fonction-langage est la difficulté que nous avons souvent à ne pas nous servir d'expressions usuelles. Ainsi dans la joie, dans la colère, dans la douleur vive, alors que l'intelligence n'observe pas notre langage, et que notre volonté est distraite, il nous échappe malgré nous des jurons et des mots malsonnants; cela arrive du moins presque constamment aux personnes qui ont l'habitude d'employer ces expressions lorsqu'elles n'ont aucune convenance à observer. Chez les personnes qui ont l'habitude de jurer ou chez celles qui emploient constamment certaines expressions, on peut presque comparer aux tics musculaires cette espèce de tic de langage.

D'un autre côté, que de phrases usuelles dont nous nous servons lors même qu'elles expriment le contraire de notre pensée! A combien de personnes n'est-il pas arrivé de répondre automati-

quement qu'elles se portaient bien à la demande usuelle : « Comment vous portez-vous? » alors qu'au contraire elles sont malades et qu'elles sont obligées de se reprendre pour rectifier leur réponse !

Ces faits sont souvent très-marqués chez des aphasiques, et M. Moreau (de Tours) a observé que certains aphasiques peuvent encore répondre à une question, et que pourtant ils sont incapables de répéter immédiatement après les mots de cette phrase. On leur demande un mot, ils ne peuvent le diré; on leur fait une question sollicitant une réponse où ce mot doit se trouver, et ils répondent couramment. Par exemple, on leur dit : « Comment allez-vous? — Cela va très-bien. » Redites les mots: Cela va très-bien. Ils s'efforcent en vain de prononcer cette phrase; ils s'impatientent, s'irritent sans résultat.

M. Broca a également fait remarquer que certains aphasiques qui ne peuvent prononcer les substantifs arrivent facilement à répéter cette classe de mots en les intercalant dans des mots composés ou au milieu d'une locution rapide ou d'un juron.

Tous ces faits démontrent, il me semble, d'une manière évidente que dans la fonction-langage, il y a, dans certaines conditions même normales, un vrai automatisme qui se produit par l'éducation et qui, dans ses procédés, ressemble aux fonctions automatiques d'autres organes.

— Si des faits normaux nous passons à ceux qui ont lieu dans les altérations pathologiques des organes de la phonation, nous retrouvons bien plus nettement la ressemblance que nous cherchons à établir entre les centres locomoteurs et un centre phonomoteur.

Les malades privés en partie de la faculté du langage nous offrent des exemples remarquables sous ce rapport; ainsi que l'a déjà écrit M. Luys, il semble que chez ces malades, la voie étant toute frayée à travers leur cerveau, le mot arrive de lui-même et sort automatiquement sous l'influence de la plus minime excitation.

Nous rapportons ici une observation qui nous a mis à même d'étudier les phénomènes aphasiques à ce point de vue.

— Victor Prunac, employé à la Société du canal de Suez, est âgé de cinquante-huit ans; à la suite d'une perte de connaissance de peu de durée, il est momentanément paralysé du bras droit et privé de l'usage de la parole. Le bras reprend ses mouvements le même jour, tandis que pendant huit jours la parole est abolie complétement. Le premier mot qu'il peut dire est *oui*, suivi de jurons. Peu à peu il se remet à prononcer quelques mots, sans qu'il lui soit possible toutefois d'avoir une conversation suivie, et ce n'est que très-rarement qu'il trouve le mot exact.

L'intelligence est parfaitement conservée, et il possède pleinement la mémoire des lieux et des faits. Il chante couramment un couplet du *Chant du Départ* et la chanson des *Bœufs*, de Pierre Dupont; mais dès que je veux lui faire dire les paroles lentement, il se trompe et ne peut retrouver ses mots.

Si je l'interromps après deux ou trois vers, il ne peut plus continuer et il est obligé de recommencer tout le couplet. Les mots qu'il prononce dans ces chansons, il ne peut les dire séparément. Quant aux chiffres, il dit très-facilement 1, 2, 3, etc., selon leur succession naturelle; mais si je lui demande de ne prononcer que les nombres pairs, cela lui est impossible; après 2 ou après 4, il prononce toujours 3 ou 5, quoiqu'il s'aperçoive de son erreur. Il en est de même pour la lecture des chiffres; il lira très-bien des chiffres qui se suivent régulièrement comme 4, 5, 6, mais non ceux qui n'ont pas le même ordre, comme 4, 1, 9. Il peut faire des additions mentalement; mais lorsqu'on lui dit d'écrire les chiffres, il les écrit mal.

Quelquefois, lorsqu'il a été obligé de s'appliquer longtemps pour trouver le mot ou le chiffre exact et qu'il a eu de la difficulté à les énoncer, il les répète plus tard très-souvent et à la place d'autres mots ou d'autres chiffres. On dirait que l'effort a laissé pendant un instant son empreinte.

Il ne peut lire que quelques mots à haute voix, mais il lit mentalement avec facilité. Lorsqu'il lit à haute voix, il se laisse très-souvent entraîner à dire un mot commençant par les mêmes syllabes. Ainsi, au lieu du mot *médical*, il lit *méridional;* au lieu de *physiologie*, il lit *physique*.

Il ne peut écrire ce qu'il dit, ni les couplets qu'il récite, mais il peut les copier ; les seuls mots qu'il puisse écrire, sans avoir la copie devant lui, sont *Paris* et son nom. Lorsqu'il veut écrire le couplet du *Chant du Départ*, sur quinze fois que je lui ai fait essayer, quatre fois il arrive à écrire assez exactement les premiers mots, mais aussitôt après, ils sont mal écrits, et enfin complètement indéchiffrables.

Dans des écritures d'aphasiques recueillies par M. le docteur Proust (*Archives générales de médecine*, 1872), on remarque également que les premiers mots sont seuls exactement écrits, ainsi que les monosyllabes.

Voici un fac-simile de l'écriture de ce malade.

— La vitore en tanfant nous hour la *bariliére*,
— La viverté la limité nige non *pas*,
— Et du nours four nasei la frandite *fergiére*
— La nonterie gourere la saurne lur firtus du *coupat*.
— Tranto nendimi de la *Fances*.

On voit que dans les premières lignes on trouve encore les traces de la strophe.

La victoire en chantant nous ouvre la carrière,
La Liberté guide nos pas
Et du Nord au Midi la trompette guerrière
A sonné l'heure du combat.
Tremblez, ennemis de la France, etc.

Ce qui frappe dans ces lignes, c'est que l'intonation des rimes existe encore dans ces mots défigurés : ce qui confirme ce que nous avons dit plus haut sur la mémoire des pièces de vers. On retrouve également dans plusieurs mots une consonnance qui se rapproche du mot exact.

Nous ferons encore remarquer que lorsqu'on insiste pour qu'il corrige un mot mal écrit, il arrive bien plus facilement à écrire ce mot correctement en recommençant à écrire d'un seul trait tout le mot, qu'en essayant de le corriger lorsqu'il est écrit.

N'est-ce pas ce qui arrive souvent chez les personnes saines qui, lorsqu'elles ne se rappellent pas bien exactement l'orthographe

d'un mot, l'écrivent machinalement et se fient plutôt à ce résultat mécanique qu'à l'orthographe dictée par le raisonnement?

Nous savons que chez les aphasiques un mot en entraîne souvent un autre, lorsque celui-ci est d'ordinaire annexé au premier. Il en est de même pour leur écriture, au moins dans le cas que nous rapportons.

Un trait en entraîne pour ainsi dire un autre, car lorsqu'on leur fait écrire plusieurs fois deux mêmes lettres, ils ont de la tendance à les mettre toujours l'une à la suite de l'autre. Ainsi, je fais écrire à l'aphasique que j'ai cité plus haut une série de fois le mot *chose*, puis je lui demande d'écrire *coquin*, il écrit *cho*... et dans ce cas *ch* ne forme, pour ainsi dire, qu'un seul trait.

Un instant après, je lui fais écrire une série de fois *concorde;* puis je lui dis d'écrire *coquin*, qu'il écrit exactement *co*. Je lui fais écrire aussitôt *chose*, qu'il écrit une première fois *cohse*; et en second lieu, quand je lui fais observer la faute, il écrit *chonse*. On retrouve dans cette dernière orthographe le *n* de la première syllabe de *concorde*.

On voit, par ces exemples, combien un acte antérieur souvent répété influe même sur l'écriture, et combien dans tous ces phénomènes il existe une action réflexe aussi manifeste que dans certains mouvements des membres.

En étudiant la plupart des observations des aphasiques, on trouve des phénomènes du même genre que ceux que nous venons de citer, et qui confirment notre proposition.

Ainsi, quel exemple plus frappant de la succession automatique des intonations ou des syllabes, que celui que nous rapporte Trousseau, chez un malade qui répétait très-souvent *cousisi*, et qui ne put jamais dire *si si*, et, très-difficilement *cou*. On voit, dans ce cas, que le malade en prononçant la première syllabe a une grande difficulté à limiter sa parole, et qu'il est pour ainsi dire entraîné à achever le mot, tandis qu'il ne peut prononcer isolément la dernière syllabe qui n'est que l'effet réflexe de la première, et qui pour s'énoncer a besoin d'une première impression.

Un autre aphasique peut dire *bonjour*, mais jamais *bon*.

On retrouve également cette influence automatique dans une

observation de Franck, qui cite l'exemple d'une dame polonaise qui, chaque fois qu'elle voulait dire *Yaka durna*, qui veut dire : Que vous êtes bonne, disait : *Yaka dobra*, qui signifie : Que vous êtes bête (1) ! Dans ce cas, on retrouve de plus, ce qui est assez fréquent chez les aphasiques, une tendance marquée à dire ou écrire régulièrement le premier mot ou une première syllabe, tandis que les syllabes suivantes sont incohérentes (2).

Les faits que nous venons de citer suffisent à démontrer, croyons-nous, qu'il y a dans la fonction-langage des actes réflexes aussi nets que dans les autres fonctions.

Si nous rapportons alors à cette fonction les lois que nous savons exister d'une manière certaine pour les autres centres nerveux, nous admettrons qu'il y a pour la fonction-langage un centre coordinateur, qui est chargé de présider à tous les mouvements d'ensemble. La volonté ne fait que donner l'ordre, et le centre phono-moteur exécute cet ordre, selon ses moyens et son état.

Les mouvements sont coordonnés et complets si l'organe est sain, ils sont incoordonnés et incomplets si ce centre est altéré.

En un mot, de même que pour tout mouvement d'un membre, nous avons à distinguer : 1° l'action réflexe simple et limitée ; 2° les actions réflexes plus complexes solidaires d'un mouvement d'ensemble ; 3° l'influence de la volonté ; de même pour le mouvement phonateur, nous avons à distinguer, le mouvement isolé de chaque partie, le mouvement d'ensemble, et enfin, l'influence de la volonté. On peut ainsi concevoir comment il peut y avoir perte de la parole, dans diverses lésions.

Dans les cas pathologiques pour les mouvements ordinaires, nous trouvons des phénomènes différents, selon que la lésion porte sur l'un ou sur l'autre de ces systèmes. Si la lésion est située dans l'axe spinal, les mouvements volontaires sont abolis,

(1) Voyez pour plus de détails l'excellent travail de M. le docteur Proust (*Archives générales de médecine*, 1872).

(2) Au moment d'écrire ces lignes, nous avons l'occasion d'observer un aphasique, qui peut répéter assez facilement les mots *Champs-Élysées*, et qui ne peut dire *Élysées* ; de même il répète les mots *Bois de Boulogne*, et ne peut dire *Boulogne* que très-difficilement, et seulement lorsqu'au lieu de le prier de prononcer le dernier mot de *Bois de Boulogne*, on lui dit de prononcer le nom de la ville de Boulogne.

mais certains actes réflexes simples se produisent encore; si elle est située dans le centre loco-moteur, les mouvements seront ataxiques, choréiques, incomplets, et se reproduiront constamment et forcément les mêmes.

Enfin, si la lésion est dans le cerveau, les mouvements d'ensemble pourront être réguliers, mais la volonté n'agira plus pour exciter les mouvements. Comme les centres locomoteurs sont des organes essentiellement passifs, les mouvements ne se feront qu'à la suite d'une excitation périphérique ou dans le cas rare où le cerveau pourra encore transmettre une partie de son action.

Sous ce rapport, rien ne nous paraît mieux correspondre, comme mécanisme, à la fonction-langage, que le jeu et le mouvement des doigts d'un musicien (d'un pianiste, par exemple); cette comparaison nous paraît d'autant plus vraie que les mouvements des doigts chez le musicien arrivent à traduire ses sentiments et ses souvenirs musicaux, de même que les mouvements des organes phonateurs expriment extérieurement nos pensées et nos souvenirs.

Pour le musicien également, les mouvements des doigts ne s'acquièrent que lentement et par éducation, et le doigté devient une sorte de mécanisme dont la pensée n'a plus à s'occuper. Son jeu paraît d'autant plus naturel qu'il en laisse la direction à son sentiment et à l'habitude.

Enfin, lorsqu'une phrase musicale lui échappe, il la retrouve en reprenant les mesures précédentes. Dans ce cas, il en est de la mémoire des notes comme de la mémoire des mots, qui est réveillée par une sorte d'excitation de continuité et d'entraînement.

La perte de la faculté d'exprimer les impressions musicales peut tenir à plusieurs causes, qui toutes rentrent dans une des trois catégories que nous avons énoncées plus haut. Il peut y avoir lésion des nerfs périphériques ou du centre spinal; de là difficulté ou impossibilité des mouvements nécessaires.

En second lieu, il peut y avoir trouble dans le centre locomoteur; de là, mouvements incoordonnés ou même abolition des mouvements. Dans ces deux cas, le sentiment musical persiste, mais sa manifestation extérieure est abolie; l'intelligence reste

intacte, mais l'instrument est défectueux. Lorsqu'au contraire le cerveau est lésé, l'instrument est parfait; mais on ne peut plus s'en servir.

Ces trois catégories se retrouvent dans la perte de la parole, car celle-ci survient 1° à la suite des altérations des organes extérieurs; 2° à la suite des altérations du centre phono-moteur et 3° à la suite des altérations intellectuelles. Le premier cas et le troisième sont si évidents et si faciles à comprendre que nous n'avons pas à y insister, mais nous nous étendrons un peu plus longuement sur les altérations du centre phono-moteur, qui présente absolument les mêmes phénomènes que ceux que l'on remarque pour les centres locomoteurs (1).

Ainsi, de même qu'on peut diviser les modifications pathologiques des mouvements d'ensemble en deux grandes classes: les ataxies et les paralysies; de même, on peut faire rentrer dans ces deux divisions toutes les altérations du langage, qui ne dépendent ni d'une lésion intellectuelle, ni d'une lésion des organes extérieurs.

En effet, toutes les observations d'aphasiques que l'on a citées présentent l'un ou l'autre de ces symptômes.

Ainsi, comme le musicien atteint de mouvements choréiques,

(1) Toutes les divisions que l'on a proposées pour les différents cas de perte de la parole, rentrent dans la classification que nous donnons; elle a, de plus, le grand avantage de faire rentrer en même temps les altérations de cette fonction dans les divisions admises pour les altérations des autres fonctions. En effet, pour la fonction-langage, comme pour les autres fonctions, il y a trouble fonctionnel lorsque les organes extérieurs sont atteints, ou bien lorsque les centres moteurs sont malades, ou enfin lorsque le cerveau est altéré.

La classification que nous proposons a encore l'avantage de correspondre aux trois actes successifs qui composent la parole : 1° l'idée est conçue ; 2° elle est revêtue de la formule voulue pour être transmise à l'extérieur; 3° l'appareil phonateur est mis en mouvement, les muscles du larynx et de la bouche traduisent à haute voix notre pensée.

M. Jaccoud avait proposé la classification suivante :

1° Alalie par hébétude ;

2° Alalie par amnésie verbale ;

3° Alalie par interruption de la transmission volontaire ;

4° Alalie par défaut de coordination dans le centre moteur ;

5° Alalie par paralysie de la langue.

MM. Broca et Proust ont classé les diverses pertes de la parole de la façon suivante : 1° alogie, 2° amnésie verbale, 3° aphasie ou aphémie, 4° alalie mécanique.

Nous ferons remarquer que dans cette division, il est souvent très-difficile de bien

et qui voulant toucher une certaine note attaque celle d'à côté, l'aphasique dit un mot pour un autre, et ne peut plus énoncer le mot exact qui exprime sa pensée. Chez les uns, même chez lesquels l'altération est légère, les premières phrases sont souvent parfaites; mais bientôt l'incoordination survient et, alors, elle augmente à mesure que le malade fait des efforts pour ne point se tromper. Souvent aussi, à l'exemple du choréïque qui, au moment où il vient de saisir un objet, le lâche, et le laisse tomber, l'aphasique, après avoir trouvé un instant le mot exact, ne peut plus l'énoncer et fait de vains efforts pour le répéter. Ou bien, encore, semblable au choréique dans ses mouvements, il prononce, brusquement, quelques mots et s'arrête court.

Dans tous les cas, ces aphasiques n'offrent aucune lésion paralytique, mais plutôt un défaut de coordination. Il y a un trouble dans le centre phono-moteur, qui amène l'ataxie des phénomènes phonateurs, et qui sont analogues à ceux que détermine, pour les mouvements, une lésion, même légère, des centres locomoteurs.

Dans la seconde catégorie, nous trouvons les aphasiques à forme paralytique. Les uns, en effet, sont complétement privés de la faculté d'émettre des sons articulés ; d'autres peuvent encore prononcer quelques syllabes, ou quelques mots ; mais toujours les mêmes. Les observations en sont nombreuses, et M. Broca surtout en a cité plusieurs exemples. L'un ne peut dire que *tan-tan*; un autre que oui et non; un malade de M. Charcot ne peut articuler

séparer l'amnésie verbale de l'aphasie, tandis que, d'un autre côté, on fait rentrer dans une même classe des cas très-différents d'aphasie.

La classification que nous proposons, d'après les faits anatomiques et physiologiques, serait la suivante :

1° Altération cérébrale;

2° Altération du centre phono-moteur, comprenant deux grandes classes, d'une part, les symptômes ataxiques, et d'autre part, les symptômes paralytiques.

3° Altération des organes extérieurs.

La première classe comprendrait l'alogie (Broca, Proust) ou l'alalie par hébétude (Jacccud).

La deuxième classe comprendrait l'amnésie verbale et l'aphasie (Broca, Proust) ou l'alalie par amnésie verbale, celle par interruption de la transmission volontaire et celle par défaut de coordination dans le centre moteur (Jaccoud).

Enfin, la troisième classe est la même pour tous les auteurs, et le mot *alalie mécanique* est certainement très-bien trouvé, et doit être conservé.

que le monosyllabe *ta, ta ;* d'autres emploient des mots bizarres et sans signification. Nous connaissons l'observation d'un homme très-intelligent qui ne pouvait dire que *chaussette,* et qui scandalisa fort son confesseur, auquel il répondait à toutes les questions, par ce seul mot.

M. Broca a comparé ces aphasiques à des enfants qui n'ont pas encore acquis, à la suite de tâtonnements infinis, l'art très-compliqué de faire concourir un grand nombre de muscles à la production et à l'articulation des sons, et chez lesquels la faculté du langage, encore à l'état naissant, ne se décèle que par une série de monosyllabes.

Nous comparerions plus volontiers ces aphasiques à certains hémiplégiques qui ne peuvent plus faire que des mouvements limités et toujours les mêmes.

Souvent, *après une hémorrhagie cérébrale,* le seul mouvement possible est la flexion d'un ou deux doigts, et cette flexion a lieu alors que le malade veut, au contraire, étendre la main. C'est encore ce seul mouvement de flexion qui se produit lorsque le malade veut imprimer à son bras des mouvements de totalité, d'abaissement ou d'élévation. En un mot, la volonté n'a plus d'action élective, et à chaque effort, ou à chaque excitation intellectuelle, il ne se produit qu'un mouvement très-limité et toujours le même, quel que soit le mouvement que la volonté ait voulu déterminer.

De même pour l'aphasique : selon l'étendue de la lésion, il ne peut plus énoncer qu'un mot ou un certain nombre de mots, et toujours les mêmes. Il a beau vouloir exprimer d'autres idées, forcément et fatalement il fait toujours le même mouvement phonateur ; ce n'est plus de l'incoordination, mais une vraie paralysie qui, selon les cas, est plus ou moins complète.

Rien ne nous paraît plus logique que cette assimilation des actes phonateurs aux autres mouvements d'ensemble, et en admettant qu'il existe un centre phono-moteur comme il existe des centres loco-moteurs, nous croyons que nous ne faisons que résumer, pour ainsi dire, les idées émises jusqu'aujourd'hui, en y ajoutant les données nouvelles de la physiologie.

Nous ne disons pas cependant que l'intelligence et la volonté n'interviennent pas incessamment dans l'acte du langage, mais nous avons voulu prouver que dans cette fonction, il y a, à côté des actes volontaires, une sorte d'automatisme qui est le résultat de l'éducation ; que cet automatisme a tous les caractères de ceux qui existent pour d'autres fonctions, caractères qui consistent principalement dans une coordination parfaite, dans une succession réflexe et presque fatale de phénomènes qui d'habitude sont associés, et dans une activité fonctionnelle, ne recevant de la volonté que l'excitation générale. En un mot, nous croyons qu'il existe pour le langage ce qui existe pour la marche, pour la danse, pour le jeu d'un instrument.

Les détails d'exécution, leur coordination, leur adaptation fonctionnelle sont le résultat d'un centre spécial qui n'est dépendant de la volonté que d'une manière générale, et qui préside directement à tous les phénomènes: on dirait un intendant ou un régisseur qui est chargé de veiller à ce que les ordres soient exécutés régulièrement par tous.

Un grand nombre de faits, connus de tout le monde, viennent encore confirmer notre manière de voir. Dans beaucoup de circonstances, en effet, la parole continue à s'énoncer, alors que la réflexion est occupée d'autres idées que celles qui sont parlées dans le moment même.

Il est arrivé à tout le monde de parler, de répondre machinalement, alors que la pensée est ailleurs. L'acteur, après une série de représentations, ne se préoccupe plus guère de ce qu'il doit déclamer ; l'enfant qui récite une fable pour la centième fois joue et s'occupe d'autre chose. En dehors de certains cas d'affection cérébrale, où il y a une vraie excitation du centre phono-moteur, n'y a-t-il pas beaucoup de personnes qui parlent presque en dormant, comme d'autres continuent à marcher en dormant ?

L'orateur s'écoute parler, sans doute, mais, par une abstraction qui indique bien la division que nous faisons, il y a pour ainsi dire deux personnes en lui, l'une machinale qui énonce ce qu'il a pensé précédemment, et l'autre qui, dans le même moment, pense ce qu'il dira tout à l'heure.

Pour l'homme qui parle en public, le talent consiste surtout à

pouvoir, par une disposition naturelle ou par éducation, s'abstraire de son langage, et ne pas s'inquiéter du fonctionnement de son centre phono-moteur.

Selon ma comparaison ci-dessus, il a l'avantage d'avoir à son service un bon intendant, soit qu'il l'ait trouvé naturellement, soit qu'il l'ait bien dressé. Il est ainsi comme débarrassé du souci des détails, et pendant qu'il parle, il peut s'occuper de la suite à donner à ses idées, les classer et les diriger ; tandis que celui qui est obligé de s'occuper et des pensées qu'il veut exprimer, et de la manière de les exprimer, qui est forcé, comme l'on dit, de chercher ses mots, n'est pas aussi maître de sa parole et s'embrouille au bout de fort peu de temps.

Nous pourrions citer encore d'autres faits de ce genre, mais nous croyons que ceux que nous avons produits suffisent pour montrer combien les actes réflexes jouent un rôle important dans la fonction-langage. Cet automatisme que crée l'habitude et l'éducation se retrouve d'ailleurs dans tous les centres nerveux, et nous irons même jusqu'à les reconnaître dans les phénomènes purement intellectuels.

Nous trouvons, en effet, dans les actes intellectuels, les réflexes d'instinct, d'éducation et d'excitation momentanée comme pour les réflexes des mouvements extérieurs. Nous croyons être les maîtres de nos pensées et de nos idées, et souvent elles ne sont que le résultat d'une sorte d'automatisme d'hérédité, d'éducation ou de passion momentanée.

L'habitude surtout influe sur nos jugements, et souvent ceux-ci sont comme l'acte réflexe, forcé et fatal d'impressions antérieures. On peut, chez les personnes dont on connaît l'état intellectuel créé par l'habitude, prévoir la série successive des sentiments et des volitions.

Les procédés du fonctionnement du système nerveux sont, en effet, partout les mêmes ; car lors même que les phénomènes sont d'un ordre différent et variés à l'infini, ils sont toujours assujettis à des lois communes, et parmi celles-ci aucune n'est plus importante que celle des actes réflexes que l'on pourrait appeler encore la loi des fatalités physiologiques.

Il y aurait un chapitre important à ajouter sur l'automatisme

dans les actes intellectuels, automatisme qui souvent nous dirige, plus que nous ne l'imaginons. « C'est une violente et traîtresse maîtresse d'eschole que la coutume, » a dit Montaigne, et Pascal a si bien développé cette idée dans un chapitre de ses *Pensées*, que nous ne saurions en donner de meilleures preuves, qu'en le citant. Dans ce chapitre, dont le titre seul est à remarquer : *Il est difficile de démontrer l'existence de Dieu par les lumières naturelles, mais le plus sûr est de le croire*, il s'exprime ainsi en s'adressant à un incrédule. « Vous voulez aller à la foi et vous n'en savez pas le chemin ; vous voulez guérir de l'infidélité et vous en demandez le remède. Apprenez-le de ceux qui ont été tels que vous, et qui n'ont présentement aucun doute. Ils savent ce chemin que vous voulez suivre, et ils sont guéris d'un mal dont vous voulez guérir. Suivez la manière par où ils ont commencé. *Imitez leurs actions extérieures*, si vous ne pouvez encore entrer dans leurs dispositions intérieures.

» Quittez ces vains amusements qui vous occupent tout entier. J'aurais bientôt quitté ces plaisirs, dites-vous, si j'avais la foi. Et moi je vous dis que vous auriez bientôt la foi, si vous aviez quitté ces plaisirs.

» Il ne faut pas se méconnaître, nous sommes corps autant qu'esprit, et de là vient que l'instrument par lequel la persuasion se fait n'est pas la seule démonstration. Combien y a-t-il peu de choses démontrées? *Les preuves ne convainquent que l'esprit; la coutume fait nos preuves les plus fortes. Elle incline les sens qui entraînent l'esprit sans qu'il y pense.....*

» Il faut acquérir une croyance plus facile, qui est celle de l'habitude, qui, sans violence, sans art, sans argument, nous fait croire les choses et incline toutes nos puissances à cette croyance, en sorte que notre âme *y tombe naturellement.* »

Nous n'avons qu'un mot à ajouter. Si l'habitude a une action si puissante sur les actes purement intellectuels, il est hors de doute qu'elle a une influence incontestable sur des phénomènes où l'intelligence intervient moins constamment, comme ceux qui ont lieu dans les actes phonateurs, et c'est là ce que nous avons voulu démontrer dans ce mémoire.

MÉMOIRE

SUR LES

AFFECTIONS DES PARTIES GÉNITALES FEMELLES CHEZ LES OISEAUX

Par le Dr O. LARCHER

Ancien interne et lauréat des hôpitaux de Paris,
Lauréat de l'Institut de France, de la Faculté et de l'Académie de médecine de Paris,
Membre des Sociétés médico-chirurgicale et pathologique de Londres
et de la Société centrale de médecine vétérinaire,
Correspondant de la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, etc.

AFFECTIONS DE L'OVAIRE.

I. L'ovaire des oiseaux, déjà remarquable par ce seul fait, qu'il est ordinairement unique, au moins chez les adultes, offre encore, comme chacun le sait, des différences d'aspect très-considérables, selon qu'on l'examine à l'époque où s'exerce sa fonction, ou, au contraire, pendant la période du repos.

A. *L'atrophie passagère* dont il est le siége dans cette dernière circonstance, n'est pas la seule dont il puisse être atteint. Il n'est pas très-rare, en effet, surtout chez les oiseaux domestiques, qu'une exagération de cette tendance normale entraîne une *disparition complète et définitive de la glande ovigène*, dont il devient dès lors impossible de retrouver la moindre trace (1) ; et, cette sorte d'atrophie ayant été observée quelquefois sur des oiseaux (notamment sur des Poules) qui n'avaient jamais pondu et qui étaient d'ailleurs exempts de toute lésion (récente ou ancienne) des organes abdominaux, il n'est même pas invraisemblable qu'elle puisse dater, au moins quelquefois, d'une époque voisine du moment de la naissance (2).

(1) Gurlt, dans ses *Beiträge zur pathologischen Anatomie der Hausvögel* (*Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, Bd. XV, S. 81 ; Berlin, 1849. — *The Veterinarian*, third Series, vol. II, p. 583 ; London, 1849. — *Recueil de médecine vétérinaire*, 3e série, t. VII, p. 867 ; Paris, 1850), a déjà insisté sur l'exactitude de ce fait.

(2) On doit à C. Davaine la relation d'un cas d'atrophie congénitale de l'ovaire,

et susceptibles d'opposer même une certaine résistance à la section (1). Dans d'autres cas encore, l'ovule, dont le séjour s'est prolongé outre mesure dans sa capsule, finit par ne plus renfermer qu'un liquide incolore et visqueux (2), au lieu de la matière jaune ordinaire, et constitue ainsi une sorte de *kyste*. Les petites tumeurs de ce genre, qui sont quelquefois au nombre de plusieurs, atteignent un volume parfois assez considérable (3), et, suspen-

jamais pondu, et qui, pour cette raison, avait été soumise à l'engraissement, l'animal ayant été enfin sacrifié, et les divers organes (y compris le foie) ayant été trouvés à l'état sain, on constata la présence d'une tumeur, « à laquelle l'ovaire, dilaté en forme de sac, fournissait une mince membrane d'enveloppe, et qui était constituée par la réunion de quatre petites concrétions arrondies », dont les deux plus grosses mesuraient environ 2 mètres de diamètre. Ces concrétions, dont le poids total s'élevait à 102 gr. 9, ressemblaient parfaitement à des oignons de jacinthe, sous le rapport de la forme et de la couleur. Au point de vue de leur nature, l'examen direct et l'analyse chimique permirent de reconnaître qu'elles étaient formées de nombreux jaunes d'œufs, qui, incessamment produits, n'avaient pu être expulsés (*a*). — Bien que, dans la relation du fait que nous venons de citer, l'auteur de l'observation n'ait pas établi, d'une manière suffisamment nette, que les concrétions dont il parle fussent réellement enveloppées par le tissu propre de l'ovaire ; néanmoins, nous n'avons pas hésité à citer ici le fait publié par Bibra, attendu que nous en avons nous-même rencontré deux du même genre, dans lesquels il était possible de constater encore sur plusieurs points le mode de formation de la tumeur. Les capsules ovigères, très-notablement amincies et fortement distendues par l'ovule altéré contenu dans chacune d'elles, étaient intimement accolées les unes aux autres, de telle façon qu'au dehors on aurait pu croire à l'existence d'une tumeur unique, légèrement mamelonnée, et enveloppée dans une sorte de sac membraneux et transparent. Cependant, en y apportant quelque soin, on parvenait assez facilement à isoler plusieurs des parties composantes de la masse, et, — bien que, sur plusieurs points, on ne trouvât plus de traces suffisamment nettes des parois des capsules ovigères, — sur plusieurs autres il était possible de les reconnaître malgré leur amincissement ; et même, en se rapprochant des parties les plus profondes, on pouvait encore constater, en quelques endroits, l'adossement des parois contiguës de deux capsules différentes.

(1) E. von Bibra, *loc. cit.*

(2) Dans quelques cas, pourtant, on trouve, au milieu de nombreux kystes remplis d'un semblable liquide, quelques autres de ces petites tumeurs, dont le contenu consiste en une substance opaque et plus épaisse que d'ordinaire : témoin la pièce offerte par Henry Earle au Musée du Collége Royal des Chirurgiens, à Londres (*Pathological series*, n° 2633). On y voit un ovaire, provenant d'une Poule, et dont presque tous les ovisacs, suspendus à de longs pédicules, se sont distendus de telle sorte qu'ils forment autant de kystes, mesurant de $0^m,012$ à $0^m,038$, en diamètre.

(3) Chez une Poule autopsiée par Eudes-Deslongchamps, une tumeur de ce genre avait atteint le volume d'une balle de calibre.

(*a*) Ernst von Bibra, *Concrement in Ovarium von Anas Anser*. (*Uber einige pathologische. Producte von Vögeln und Saugethieren*, S. 90. Breslau, 1846.)

dues encore à la glande par un pédicule membraneux, plus ou moins long (qui n'est autre que le pédicule du calice ovarien), elles continuent de se développer dans l'intérieur de la cavité abdominale (1), où elles peuvent exercer sur les organes voisins, et notamment sur l'oviducte, une pression qui parfois entraîne, à son tour, de nouveaux désordres.

B. Enfin, il arrive encore quelquefois que telle ou telle des capsules ovigères, ayant ou non subi quelque altération préalable (2), au lieu de se flétrir après la chute de l'ovule, se détache du reste de la grappe ovarienne, et tombe ainsi dans la cavité abdominale, à moins que l'oviducte lui-même, venant à la recueillir, ne lui fournisse une enveloppe particulière, ou ne l'englobe au-dessous de celle dont s'entourait déjà quelque œuf encore inachevé (3).

(1) Sur la pièce dont il est question dans la note 2 (p. 568), la masse totale des kystes ovariens mesurait 0m,150 de long sur 0m,100 de large. — Sur une autre pièce, appartenant au même Musée (*Pathological series*, n° 2631), une masse, de même nature que la précédente, mais toutefois composée de kystes plus nombreux et moins volumineux individuellement, avait eu pour effet de déterminer une distension notable de la cavité abdominale.

(2) Dans quelques cas, la présence d'une fausse membrane semble bien indiquer l'existence préalable d'une inflammation, qui a déterminé sans doute le ramollissement du pédicule et rendu ainsi plus facile la rupture de cette partie du calice (*a*).

Quelquefois aussi, il est possible de retrouver les traces d'un épanchement sanguin, plus ou moins abondant et plus ou moins ancien, dans l'intérieur de la vésicule ovarienne. De ce genre est peut-être le cas rapporté par Ant. Vallisneri : *Relazione di vari Mostri con alcune reflezione* (*Opere fisico-mediche*, t. II, p. 76, § 12. Venezia, 1733.)

(3) P. L. Panum (*Untersuchungen über die Entstehung der Missbildungen zunæchst in den Eiern der Vœgel*, p. 197-198. Berlin, 1860) donne la description d'un œuf qui, extérieurement, paraissait d'ailleurs être bien conformé, mais dont la coquille était irrégulière au niveau de la pointe. A ce niveau, outre quelques bosselures et un épaississement partiel, existait une dépression infundibuliforme, de 0m,007 à 0m,009 de diamètre, au fond de laquelle on apercevait un trou, large d'environ 0m,002, duquel s'échappait au dehors un fil mobile, mince, de la nature de la corne, long de 0m,016, et se terminant par une pointe extrêmement fine. Immédiatement au-dessus du trou, ce fil se recourbait de telle façon qu'il formait avec l'axe longitudinal de l'œuf un angle presque droit. — Après quelques jours, durant lesquels on l'avait laissé exposé à l'air, l'œuf dégageait déjà une notable odeur

(*a*) Voy. Al. Laboulbène, *Œuf de Poule monstrueux, renfermant à la fois un jaune ordinaire et une vésicule ovarienne* (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 3e série, t. I, p. 161. Paris, 1860), et C. Davaine, *Mémoire sur les anomalies de l'œuf*. (*Ibidem*, t. II, p. 247. Paris, 1861.)

de l'œuf, soit comme organe de sécrétion, destiné à fournir au produit fécondé les éléments albumineux et calcaires qui doivent servir à le compléter.

A. Cet organe, chez les Poules, est quelquefois le siége de petites tumeurs, de couleur blanchâtre, très-résistantes sous le doigt, dont les unes sont enkystées au milieu de la couche musculeuse, tandis que d'autres, plus volumineuses, et pourtant dépassant à peine le volume d'un grain de chènevis, après avoir écarté les fibres musculaires, viennent faire saillie au-dessous de la muqueuse, ou bien à la surface extérieure du tube, au-dessous de l'enveloppe séreuse péritonéale. Ces petites tumeurs (constituées par des éléments musculaires lisses, qui sont isolés au milieu d'un nombre très-considérable d'éléments de tissu conjonctif et de quelques vaisseaux sanguins) se montrent quelquefois au nombre de deux ou trois seulement; quelquefois on peut en compter jusqu'à vingt; mais, dans tous les cas, nous les avons jusqu'ici toujours rencontrées exclusivement dans la portion dite *incubatrice* de l'oviducte. Dans aucun cas, nous n'en avons observé une seule, dont la présence eût paru exercer une influence fâcheuse sur les fonctions dévolues à l'oviducte, et les œufs qu'avaient pondus les Poules sur lesquelles ont porté nos constatations anatomiques n'avaient jamais présenté aucune altération appréciable extérieurement (1).

B. *a*. L'inflammation de l'oviducte est loin d'être aussi inoffensive, et mérite d'être considérée attentivement. Elle constitue, sans contredit, au moins chez les Gallinacés domestiques, la plus commune d'entre les affections dont ce tube peut être atteint; soit que, suivant les cas, l'altération porte sur toute la longueur du conduit, ou plus particulièrement sur quelques points de son

(1) On conçoit que de petites tumeurs, du genre de celles que nous venons d'indiquer, pourraient bien, en se pédiculisant, constituer en réalité autant de petits polypes, susceptibles d'entraver la ponte ou de se détacher et de se laisser englober dans un œuf en voie d'achèvement. De nouvelles recherches nous permettront peut-être de justifier cette supposition, qui a déjà été faite par Bailly à l'occasion d'un corps étranger trouvé dans un œuf. (Voyez : *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Lille*, année 1838, 2e partie, p. 226. Lille, 1838.)

étendue, et notamment sur la chambre albuminipare et sur la chambre coquillière.

b. La fréquence soutenue de la ponte, le volume disproportionné des œufs (1), la rupture accidentelle de la coque calcaire de quelqu'un d'entre eux, les altérations diverses dont ces produits organiques sont parfois le siége, les entraves mécaniques qui, dans certains cas, rendent imperméable la partie inférieure de l'oviducte (2), telles sont les causes dont l'action paraît contribuer à déterminer les divers degrés d'hyperémie et de ramollisse-

(1) On sait que l'alimentation des poules est susceptible de faire varier la fréquence de la ponte et le volume des œufs ; ainsi conçoit-on que, lorsqu'elle a été trop excitante, elle puisse être à bon droit considérée comme la cause primordiale de l'affection qui nous occupe. Dans un cas observé par Ercolani (*a*), l'usage exclusif du riz cuit (vulgairement *risina*) paraît avoir eu un semblable résultat sur des Poules, qui avaient fini par être atteintes de prolapsus de l'oviducte et du cloaque, et dont l'autopsie fit reconnaître, dans le premier de ces deux organes, la présence de plusieurs œufs, tous dépourvus d'enveloppe calcaire. Le changement apporté dans l'alimentation ultérieure des Poules qui avaient survécu, fut suivi de la cessation du mal.

Ercolani rapporte que, dans l'opinion du vulgaire, le désordre en question serait attribuable à la présence de l'ivraie, qui se trouverait mêlée au grain. Quoi qu'il en puisse être, il n'est pas sans intérêt de rappeler que, d'après les observations de Roulin, le maïs ergoté (*Maïs peladero*) exercerait, en Colombie, des effets analogues sur les Poules qui s'en nourrissent. Il semble que l'ergot produise, en pareil cas, un véritable avortement, ou, en d'autres termes, qu'il détermine dans l'oviducte des contractions qui chassent l'œuf avant qu'il ait eu le temps de se revêtir de son enveloppe calcaire (*b*).

(2) Les recherches expérimentales faites par Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, avec le concours de Delalande, ont depuis longtemps permis d'établir que, lorsque l'extrémité inférieure de l'oviducte vient à être violemment rendue imperméable, il en résulte une inflammation qui se propage au reste du conduit (voire même à l'oviducte rudimentaire du côté droit, et jusqu'à une certaine étendue de l'intestin), et qui, après une durée de huit à dix jours, commence à se dissiper graduellement. Cependant, lorsque l'obstruction de l'oviducte a été déterminée par une constriction énergique et constante sur le bout inférieur de ce tube, la portion située au-dessous du point sur lequel s'est exercée la constriction, peut se gangrener, et, lors de la chute de l'eschare, la perméabilité du conduit peut se trouver définitivement rétablie (*c*).

(*a*) G. B. Ercolani, *Delle Malattie degli Uccelli domestici*. (*Il Medico-Veterinario*, serie seconda, vol. II, p. 480. Torino, 1860.)

(*b*) Roulin, *De l'ergot du maïs et de ses effets sur l'homme et sur les animaux*. (*Annales des sciences naturelles*, 1re série, t. XIX, p. 279. Paris, 1830.)

(*c*) Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, *Sur les organes sexuels et sur les produits de génération des Poules dont on a suspendu la ponte en fermant l'oviducte*. (*Mémoires du Muséum d'histoire naturelle de Paris*, t. IX, p. 1-24. Paris, 1822.)

ment qui caractérisent l'inflammation de l'oviducte. Ajoutons que, dans certains cas, aussi, sous l'influence d'un état maladif général, ou par suite de l'insuffisance des éléments calcaires qui doivent entrer habituellement dans l'alimentation des pondeuses, la muqueuse de la chambre coquillière devient le siége d'une inflammation chronique, qui s'accuse par un épaississement notable, accompagné d'induration.

c. Les premiers signes qui, sans avoir une valeur diagnostique absolue, permettent au moins de soupçonner l'existence d'une inflammation de l'oviducte et surtout de la partie inférieure de ce tube, consistent dans les démarches réitérées et infructueuses que font les femelles vers le lieu ordinaire de la ponte; mais, bientôt, si la gêne que celles-ci éprouvent pour l'expulsion de l'œuf persiste encore, elles cessent de s'occuper du lieu où elles déposeront leur produit, et alors, tantôt elles courent en divers sens, tantôt elles restent accroupies, et quelquefois même on les voit frotter assez rudement la région uro-pygienne au contact du sol ou de quelque corps à surface rugueuse. Si l'on examine alors cette région, on constate le plus souvent les caractères propres à la chute de l'extrémité inférieure de l'oviducte, avec ou sans hernie concomitante de la surface intérieure du cloaque; et il est facile de remarquer que l'excitation nouvelle, sorte de ténesme, que l'oiseau en ressent, ne fait qu'accroître encore le nombre et l'intensité des efforts auxquels il se livre, non pas toujours sans danger pour sa propre existence.

d. En effet, outre qu'il est exposé à subir, dans cette circonstance, les fâcheux effets que peut exercer tout effort sur la circulation du sang dans les vaisseaux encéphaliques, il est d'observation positive que, sous l'influence des contractions musculaires énergiques auxquelles ne peuvent échapper alors les membres inférieurs, les os eux-mêmes peuvent se fracturer (1); et, du

(1) Il est probable qu'en pareil cas un affaiblissement antérieur de l'énergie vitale, résultat d'une alimentation défectueuse, du défaut d'exercice et de la privation prolongée d'air pur, a rendu d'avance les os plus fragiles. C'est, du moins, ce que l'on peut admettre avec Max. Schmidt pour les faits observés, il y a quelques années, sur deux Casoars. L'un de ces animaux, en pondant son sixième œuf, s'est brisé le fémur

reste, sans sortir du domaine de l'appareil génital lui-même, il n'est pas rare de voir se produire aussi, en pareille circonstance, la rupture des parois de l'oviducte (1), dont le ramollissement inflammatoire a d'avance rendu la résistance moins grande que dans l'état normal.

On voit, par ce qui précède, que l'inflammation de l'oviducte et l'obstruction consécutive de ce conduit peuvent devenir parfois le point de départ de quelque altération secondaire, plus ou moins grave.

e. L'inflammation de l'oviducte a très-souvent aussi pour conséquence la production de quelques-uns de ces œufs, dépourvus de coquilles (2), auxquels on a donné le nom d'œufs *hardés*, et dont la configuration, plus ou moins bizarre, apporte parfois au

droit et le tibia gauche; et l'autre, à qui la ponte de trois premiers œufs colossaux avait déjà coûté beaucoup d'efforts, fut pris de convulsions en expulsant le quatrième, et se cassa le tibia, le péroné et le fémur du membre inférieur gauche (*a*).

(1) Rufz de Lavison, dans deux de ses *Bulletins trimestriels du Jardin d'acclimatation du Bois de Boulogne*, rapporte avoir observé ce fait chez plusieurs Poules. (Voy. *Bulletin de la Société zoologique d'acclimatation*, 1re série, t. IX, p. 830. Paris, 1862, et 2e série, t. I, p. 450. Paris, 1864.)

(2) Bien qu'on ne puisse pas s'empêcher de reconnaître que l'insuffisance dans la quantité des matériaux calcaires (que les femelles doivent faire pénétrer par leurs voies digestives, à l'époque de la ponte) est sans doute bien souvent la cause de l'anomalie que nous venons d'indiquer ; néanmoins, il est des cas, bien avérés, où cet état des œufs coïncide avec une altération de l'oviducte, et, tout en regrettant que les observations publiées jusqu'à présent sur le sujet manquent encore de précision (*b*), on peut admettre pourtant que, bien souvent, certaines imperfections de l'œuf sont la conséquence d'un état morbide de l'oviducte (*c*). Cette opinion, soutenue surtout par P. L. Panum (*loc cit.*, p. 183) et par Edw. Crisp, est, en effet, très-admissible, et le dernier de ces deux observateurs a cité, entre autres preuves à l'appui, deux cas, avec pièces démonstratives, dans lesquels les œufs étaient petits et dépourvus de coquille, la membrane muqueuse de l'oviducte étant uniformément colorée en rouge et présentant un réseau vasculaire extrêmement développé (*d*). — Nous ajouterons que nous avons fait personnellement plus de vingt autopsies, qui nous ont

(*a*) Max. Schmidt, *Ueber die hauptsächlisten Resultate, welche die obduction gestorbener Thiere im zoologischen Garten zu Rotterdam ergeben hat* (*Der zoologische Garten*, Bd. III, S. 115-116. Frankfurt, 1862.)

(*b*) Voy. Eug. Gayot, *Poules et œufs*, p. 96-97. Paris.

(*c*) Ant. Dugès, *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux*, t. III, p. 318. Montpellier, 1839.

(*d*) Edw. Crisp, *Inflamed and congested condition of oviduct in the common Fowl* (*Transactions of the Pathological Society of London*, vol. XXI, p. 429. London, 1870.)

dehors un moule assez exact de la surface intérieure du conduit traversé (1).

f. Lorsque les œufs hardés se sont formés dans ces circonstances, leur expulsion est loin de se faire aussi facilement que pourraient le faire présumer leur volume, habituellement assez faible, et leur forme plus ou moins allongée. Soit que le peu de solidité qu'ils offrent nuise à l'effet ordinaire des contractions de l'oviducte, soit à cause des inégalités que prêtent à leur surface membraneuse les granulations calcaires dont elle est souvent plus ou moins abondamment parsemée, toujours est-il que l'expulsion des œufs paraît être alors l'occasion de vives douleurs. L'agitation de l'oiseau se produit ordinairement dès les quelques jours qui précèdent celui de la ponte; il s'échappe, de temps en temps, par les voies extérieures, outre quelques concrétions membraniformes (de nature albumineuse), une assez grande quantité de substance calcaire, à demi délayée dans une masse plus ou moins abondante de mucosités.

g. Quelquefois, pourtant, les accidents paraissent s'amender spontanément, même après avoir duré plusieurs mois; la ponte, jusque-là presque toujours assez rare, redevient alors plus fré-

fourni des résultats semblables, et que, notamment, chez onze d'entre les Poules que nous avons examinées, l'insuffisance des matériaux calcaires ne pouvait être mise en cause, en raison des conditions favorables dans lesquelles chacune de ces bêtes avait toujours vécu.

(1) Chez une Poule, observée très-attentivement par H. Gachet, et chez laquelle les parois de la partie inférieure de l'oviducte étaient très-notablement épaissies, la face interne de ce conduit était colorée en rouge livide et tapissée d'un mucus épais et brun, et, de plus, elle offrait quatre replis circulaires assez saillants. Les œufs successivement pondus rapportaient tous l'empreinte de ces replis, sous la forme d'étranglements, qui offraient entre eux une certaine analogie; ce qui, durant la vie de l'animal, avait pu faire présumer déjà l'influence d'une cause permanente. Au moment où l'œuf incomplet arrivait dans la partie la plus altérée de l'oviducte, l'irritation causée par sa présence déterminait vraisemblablement, au lieu de contractions graduelles (qui eussent favorisé sa marche vers l'orifice extérieur), des contractions irrégulières, partielles, qui la retardaient plus ou moins, et qui, de concert avec les brides de la partie inférieure de l'oviducte, contribuaient à donner aux enveloppes de l'œuf les formes anomales que celles-ci présentaient (*a*).

(*a*) H. Gachet, *Observations sur quelques anomalies qu'a présentées la ponte d'une Poule*. (*Bulletin d'histoire naturelle de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. II, p. 213-225. Bordeaux, 1827.)

quente et plus facile, et, pour peu que la poule soit couveuse, il peut arriver que le retour d'un calme suffisant lui permette d'accomplir jusqu'au bout l'incubation régulière de quelques œufs étrangers.

h. Le *harde* coïncide quelquefois avec l'obstruction plus ou moins complète des portions de l'oviducte qui sont situées au-dessus de la chambre albuminipare, et alors, les ovules qui se détachent successivement de l'ovaire ne pouvant pénétrer dans le conduit destiné à les compléter et à les transmettre au dehors, l'oiseau expulse des œufs sans jaune, qui sont en même temps dépourvus de coquille.

i. Cependant, il est d'autres cas encore où, malgré l'obstruction congénitale (1) ou accidentelle (2) qui s'oppose au passage de l'ovule dans l'oviducte, la production de l'albumen et de la

(1) On voit, à Londres, dans le musée du Collége royal des chirurgiens d'Angleterre (*Teratological series*, n° 456), l'oviducte et l'ovaire d'une poule qui pondait des œufs (rangés dans le même musée, sous le n° 467) ayant à peu près le volume de ceux d'un pigeon, et qui, formés exclusivement d'albumen, étaient couverts d'une coquille parfaitement conformée. L'ovaire est chargé d'ovules; mais l'oviducte est si petit qu'il ne pouvait évidemment ni les saisir ni les transmettre au dehors.

(2) Lapeyronie rapporte que chez une poule qu'il a examinée l'autopsie permit de constater que « l'abdomen renfermait une vessie de la grosseur du poing, pleine d'eau fort claire, attachée par la racine supérieure de son col au ligament qui attache à l'ovaire le pavillon de l'oviducte, et par la racine inférieure au centre du mésentère de l'oviducte, ce qui étranglait considérablement les deux parties de l'oviducte que cette attache embrassait. Cette hydropisie particulière étranglait si fort les deux endroits de l'oviducte, que leur cavité, enflée avec violence, n'avait qu'environ cinq lignes de diamètre. Ainsi, un œuf ordinaire, tels qu'ils sont en tombant dans la trompe, ne pouvait y passer sans la crever ou sans se crever lui-même... Lorsqu'un œuf, embrassé par le pavillon, s'était détaché de l'ovaire et qu'il était engagé dans l'oviducte, il passait, quoique avec beaucoup de peine, au delà du premier étranglement, et ne pouvait absolument pas passer au delà du second... » Dans les efforts que faisait alors la poule pour s'en débarrasser, la « vessie, pleine d'eau », se trouvant pressée, venait « s'appliquer contre ses attaches, et l'œuf (dont les membranes étaient encore très-minces, et qui, outre qu'il ne renfermait que très-peu de blanc, n'avait non plus pas encore de coque) se crevait et alors le jaune s'échappait, tantôt dans l'abdomen, tantôt dans le cloaque, selon le côté vers lequel la crevasse répondait. Son volume étant ainsi diminué par la perte d'une grande partie du jaune, l'œuf descendait enfin, malgré l'étranglement, et continuait son chemin (*a*). »

(*a*) Lapeyronie, *Observation sur les petits œufs de poule sans jaune, que l'on appelle vulgairement œufs de coq* (*Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1710, nouvelle édition. Paris, 1732, p. 553-559, avec une planche.)

membrane coquillière se fait régulièrement, et l'oiseau pond alors des œufs qui ne renferment pas de jaune, mais qui sont, malgré cela, pourvus d'une coquille normalement constituée.

k. Enfin, bien que ces produits singuliers, ordinairement peu volumineux, qui ont reçu dès longtemps le nom bizarre d'*œufs de coq*, et auxquels la superstition avait attaché une signification particulière (1), se produisent, la plupart du temps, dans les cas où le passage de l'ovule dans l'oviducte se trouve intercepté, il arrive encore assez souvent que le conduit ne laisse échapper au dehors aucun produit oviforme, soit que, du reste, l'obstruction date de la naissance, ou qu'elle résulte d'une inflammation adhésive des parois du conduit.

l. Dans les cas de ce genre et dans divers autres, les ovules s'accumulent et s'entassent dans l'oviducte, s'arrêtent dès lors dans leur développement, et finissent par déterminer une distension graduelle, qui peut intéresser la longueur entière de l'oviducte (2). Les ovules, qui continuent néanmoins à se détacher de l'ovaire, ne trouvant pas leur voie, tombent alors successivement dans la cavité abdominale, où ils subissent ultérieurement des modifications dont la nature varie suivant les circonstances (3).

m. Outre les diverses conséquences sur lesquelles nous avons déjà insisté, l'inflammation de l'oviducte peut dans certains cas déterminer aussi une surabondante sécrétion d'albumen, et, si

(1) C'est une croyance encore répandue dans le vulgaire, que ces œufs, dont la ponte (d'ailleurs observée chez d'autres oiseaux (*a*) que les poules) est attribuée au mâle, étant couvés dans du fumier ou ailleurs, donneraient des serpents ailés, appelés *basilics* (*b*).

(2) Il existe au musée du Collége royal des chirurgiens, à Londres (*Pathological series*, n° 2646), une pièce, qui provient de la collection de Hunter, et qui met parfaitement en évidence cette disposition.—Voy. aussi G. B. Ercolani, *loc. cit.*, p. 79.

(3) Pour plus amples détails, nous renverrons à l'*Étude sur les corps étrangers de l'abdomen chez les oiseaux*. (Voy. nos MÉLANGES DE PATHOLOGIE COMPARÉE ET DE TÉRATOLOGIE, fascicule III. Paris, 1873.)

(*a*) Voy. O. des Murs, *Traité général d'oologie ornithologique*, p. 93. Paris. 1860.

(*b*) Voy. W. Harvey, *Tractatus de generatione animalium;* exercitatio XII : *De ovorum differentiis*. Londres, 1651.

l'œuf, déjà complet, mais attardé dans sa sortie, occasionne autour de lui une gêne assez grande pour que les parois de l'organe le refoulent dans la chambre albuminipare, il peut arriver qu'une couche d'albumen nouvellement sécrétée, lui forme une enveloppe supplémentaire, partielle ou générale (1). De même, lorsqu'un œuf vient à se briser dans l'oviducte, ses débris peuvent se trouver entourés de couches fibrineuses, plus ou moins compactes; et, lorsque ces dernières constituent, comme cela arrive quelquefois, des masses assez volumineuses, on pourrait éprouver quelque embarras à s'expliquer leur mode de développement, si l'on n'avait recours à une section attentive des couches superposées (2). L'enveloppe protectrice dont l'oviducte entoure ainsi l'œuf dont les débris auraient pu exercer une fâcheuse influence sur les parois paraît, du reste, ne pouvoir se déposer abondamment, qu'à la condition d'un assez long séjour des débris eux-mêmes, et, si nous nous en rapportons au résultat de nos remarques personnelles, nous pouvons ajouter que la muqueuse de l'oviducte est alors notablement épaissie.

(1) Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (*loc. cit.*) rapporte avoir trouvé un œuf dont la coquille était recouverte extérieurement d'une couche d'albumen qui était plus épaisse vers les deux bouts (où elle se trouvait endurcie et disposée en masses arrondies et irrégulières) et qui, de plus, était renfermée dans une membrane très-mince et transparente. Des masses ovoïdes, au nombre de quatre (dont deux précédaient l'œuf, tandis que les deux autres le suivaient), se trouvaient également dans l'oviducte. Les plus grandes avaient $0^m,03$ de longueur sur $0^m,02$ de largeur, et paraissaient être formées de membranes concentriques, ayant à peu près l'apparence extérieure et la consistance du blanc d'œuf soumis à la cuisson; apparence singulière, assurément inattribuable à l'influence de la température (puisque, dans les états inflammatoires les plus aigus, la température animale n'atteint jamais le degré nécessaire à la coagulation de l'albumine) et vraisemblablement déterminée par l'action d'un acide organique (Chevreul).

Dans un autre cas, Ét. Geoffroy trouva un œuf enduit d'une couche de blanc coagulé qui se montrait plus abondante sur quelques points, où le blanc paraissait même être ramassé par grumeaux. En dessous, la coquille offrait l'aspect ordinaire, et, l'œuf une fois ouvert, son contenu parut aussi frais que celui d'un œuf nouvellement pondu; mais, en revanche, une odeur fétide s'exhalait déjà de l'oviducte et de la couche albumineuse qui recouvrait l'extérieur de la coquille.

(2) W. B. Tegetmeier a offert au musée du Collége royal des chirurgiens d'Angleterre deux pièces (voy. *Teratological series*, nos 478 et 479), qui mettent parfaitement en évidence les particularités que nous venons d'indiquer et que nous avons, pour notre part, observées déjà plusieurs fois.

c. L'inflammation de l'oviducte, qui, d'après les observations recueillies jusqu'à ce jour, paraît tenir la place la plus importante parmi les affections des parties génitales femelles, n'est pourtant pas la cause unique des désordres dont ces parties peuvent être le siége.

La dystocie, qui constitue, d'une manière générale, le phénomène prédominant dans les cas où l'oviducte est plus ou moins altéré, peut se produire aussi indépendamment de toute altération organique préalable de ce tube, soit que son calibre se trouve rétréci par suite de la compression exercée par quelqu'une des parties voisines; soit que, comme cela arrive assez souvent pour les premiers œufs (notamment en hiver), la voie ne soit pas suffisamment faite (1); soit que l'œuf à expulser se présente lui-même sous un volume démesurément gros (2) ou que son plus grand diamètre ait pris une direction défavorable à la ponte; soit que la coquille ait été accidentellement brisée (3); soit, enfin, que deux œufs se trouvent poussés au dehors au même moment (4).

(1) Voy. W. Riedel, *Die Krankheiten der Vögel*, S. 65; Ulm, 1855. — Ad. Bénion, *Traité de l'élevage et des maladies des animaux de basse-cour*, p. 350 ; Paris, 1873.

(2) Les cas de ce genre sont loin d'être rares (*a*), et souvent il arrive qu'en ouvrant plus tard l'œuf qui a eu tant de peine à s'échapper, on constate dans son intérieur la présence de deux jaunes; ce qui, du reste, est parfaitement d'accord avec ce que l'on sait du volume (ordinairement considérable) des œufs renfermant deux jaunes. Ant. Dugès (*loc. cit.*) cite le fait d'une poule qui, arrivée à un âge assez avancé, se mit à pondre, seulement tous les trois jours, des œufs énormes, qui contenaient deux jaunes. La bête mourut épuisée au bout de trois semaines, l'expulsion du dernier œuf n'ayant pu être achevée.

(3) Voy. Rufz de Lavison, *loc. cit.*, 2e série, t. I, p. 450. Paris, 1864.

(4) Alex. Crichton (de Mortlake) rapporte avoir observé une poule, qui était en proie à de fortes douleurs expultrices, et dont l'œuf se présentait par le gros bout. Après avoir un peu attendu, et ne constatant aucun progrès dans le travail de l'expulsion, l'observateur prit la poule à part et parvint à retourner l'œuf, de telle façon qu'il présentât sa petite extrémité à l'extérieur; puis il abandonna l'animal aux seuls efforts de la nature. Dix minutes plus tard il revint, et, à son grand étonnement, il trouva déposés deux œufs entiers, indépendants l'un de l'autre et de moyen volume (*b*).

(*a*) Voy. Ch. Fr. Heusinger, *Recherches de pathologie comparée*, t. I, p. 122. Cassel, 1844.

(*b*) Alex. Crichton, *An obstetric case in the poultry-yard*. (*The Lancet*, vol. I, p. 225. London, 1873.)

La *chute de la partie inférieure de l'oviducte* et *sa hernie à travers l'orifice extérieur du cloaque* peuvent alors se produire ; et l'observateur a sous les yeux, dans cette circonstance, une tumeur pyriforme, plus ou moins volumineuse, recouverte d'une couche muqueuse, qui se montre assez mince dans la plus grande partie de son étendue, et qui offre une teinte intermédiaire au violet et au rouge foncé. La partie la plus saillante de la tumeur présente un léger épaississement circulaire, d'étendue variable, au centre duquel on aperçoit plus ou moins distinctement le bout de l'œuf qui se présente ; et, quant à la base, elle est entourée de plis volumineux, plus ou moins fortement infiltrés, qui sont ordinairement dirigés de haut en bas, de dedans en dehors et d'avant en arrière, et qui résultent de l'adossement réciproque des parois du cloaque renversé.

Sous le rapport de l'étendue, la hernie de l'oviducte peut se faire dans de telles proportions, que l'œuf, entièrement contenu dans son enveloppe membraneuse, demeure suspendu, comme dans un filet, à l'arrière-train de l'animal ; et alors, à moins qu'un choc inattendu ou une intervention directe ne vienne déterminer une solution de continuité et l'affaissement consécutif de l'œuf, l'issue de cette sorte de corps étranger devient de plus en plus impossible, les parois de l'oviducte ne pouvant se contracter d'une manière efficace, l'orifice inférieur de ce tube ne se prêtant pas davantage à une ampliation convenable, et le concours des muscles abdominaux ne pouvant s'exercer fructueusement au dehors de la cavité qu'ils circonscrivent. Néanmoins, l'excitation que détermine la présence de l'œuf inexpulsé provoque chez l'animal des efforts incessants, et, bien avant qu'un travail appréciable de gangrène ait eu le temps de se produire, l'animal, épuisé, finit par perdre l'équilibre : ne pouvant plus dès lors demeurer dans l'attitude normale, il se renverse ordinairement sur le dos, et succombe bientôt (1), au milieu de contractions mus-

(1) Bien que les cas de chute de l'oviducte avec inclusion de l'œuf ne paraissent pas être très-rares, néanmoins les observations recueillies avec soin font à peu près complétement défaut, et, par conséquent, nous manquons encore de données suffi-

culaires dont l'énergie s'accuse encore après la mort par l'apparition rapide de la rigidité cadavérique dans les muscles moteurs des membres abdominaux (1).

AFFECTIONS DU CLOAQUE.

Dans les différentes parties qui précèdent, nous avons successivement passé en revue non pas toutes les affections possibles de l'appareil génital chez les femelles des oiseaux, mais, du moins, toutes celles sur l'histoire desquelles l'analyse d'observations suffisamment nombreuses nous a permis d'obtenir déjà des données générales.

Il nous reste maintenant à faire connaître quelques faits, les uns pathologiques, les autres anomaux, constatés sur le réceptacle qui, chez la femelle comme chez le mâle, a reçu le nom de cloaque, et qui, bien que n'appartenant pas en propre à l'appareil génital, constitue pourtant, en réalité, un appendice important de cette portion du corps de l'oiseau (2).

De même que l'oviducte, et pour des raisons équivalentes, le cloaque peut ne pas être en mesure de livrer passage à l'œuf au dernier moment de la ponte (3); de plus, il est exposé à subir

santes pour nous permettre d'établir la durée moyenne de la vie des oiseaux dans ces circonstances ; mais, en revanche, dans un cas dont les détails sont consignés dans mes notes en termes précis, je vois que l'animal a survécu deux jours et demi à l'accident qui nous occupe.

(1) Cette particularité n'a, du reste, rien de surprenant : on sait, en effet, depuis la publication des recherches de mon père et de celles de Brown-Séquard, que l'exercice de la contraction musculaire produit une diminution proportionnelle de l'irritabilité musculaire, et que cette diminution est suivie d'une rigidité cadavérique précoce (Voy. J. F. Larcher, *Des phénomènes cadavériques étudiés dans le système musculaire* (*Études physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme, avec applications de la médecine légale*, p. 114. Paris, 1868.)

(2) Pour demeurer fidèle au titre du présent MÉMOIRE, je n'indiquerai ici, à dessein, que les particularités observées dans le cloaque chez des femelles; réservant ainsi, pour une étude ultérieure des affections de l'appareil génital mâle, l'analyse des faits observés dans le cloaque des oiseaux mâles.

(3) A. Defays, qui, dans un de ses *Comptes rendus de la Clinique de l'École de médecine vétérinaire belge*, rapporte avoir observé trois exemples d'un pareil accident, cite notamment deux cas qu'il a rencontrés, l'un chez une poule, l'autre chez une pigeonne, qui, toutes deux, depuis la veille, restaient constamment dans le nid

assez fréquemment cette inversion, dont nous avons précédemment donné les caractères, et qui s'observe seule ou concurremment avec la chute de l'oviducte.

Nous ajouterons que parfois il donne asile à des concrétions plus ou moins volumineuses qui peuvent devenir une cause accidentelle de dystocie (1) ; et qu'enfin les parois de ce réceptacle sont quelquefois le siége de petites tumeurs du même genre que celles dont nous avons donné la description en traitant des affections de l'oviducte (2).

Mais la particularité, jusqu'ici la plus intéressante qu'il nous ait été donné d'observer sur le cloaque, consiste essentiellement dans la duplication de son orifice extérieur. On sait, en effet, que, d'une manière générale, la duplication (soit vraie, soit seulement apparente) des organes uniques et médinas est chose rare, et le fait est ici d'autant plus remarquable qu'il n'existe concurremment, chez le même animal, aucune anomalie de l'un quelconque des trois appareils qui viennent aboutir dans le réceptacle commun (3).

comme si elles voulaient pondre. L'observateur, ayant constaté que l'œuf se trouvait réellement dans le cloaque, perça la coquille, à l'aide de la queue d'une cuiller à café qu'il introduisit ensuite dans la cavité de l'œuf pour briser la coquille sur un des côtés de son grand axe. Après cela, il fut possible de faire chevaucher les bords de l'enveloppe calcaire et de la retirer sans accident. (Voy. *Annales de médecine vétérinaire*, t. XX, p. 538. Bruxelles, 1871.)

(1) Nous devons nous borner ici à cette simple indication; car l'histoire des concrétions qui peuvent se rencontrer dans le cloaque sera mieux placée dans le travail que nous consacrerons prochainement aux *Affections de l'appareil urinaire chez les oiseaux*. (Voy. nos MÉLANGES DE PATHOLOGIE COMPARÉE ET DE TÉRATOLOGIE, fascicule IV. Paris, 1873-1874.)

(2) Ces petites tumeurs soulèvent quelquefois très-fortement la muqueuse du cloaque, et il paraît naturel d'admettre qu'elles peuvent graduellement arriver à se pédiculiser. Peut-être même (quoique l'insuffisance des détails nous oblige à ne faire qu'une supposition) est-ce à un cas de ce genre qu'a eu affaire K. Mœbius (de Kiel) dans un cas qu'il a observé, il y a quelques années, sur un kamichi (*Chauna chavaria* Illiger), et où le polype était fixé au voisinage de l'embouchure de l'uretère gauche dans le cloaque. (Communication écrite, reproduite sommairement par Aug. Paulicki, *loc. cit.*, p. 151.)

(3) On voit bien, à Londres, au musée du Collége royal des chirurgiens d'Angleterre (*Teratological series*, n° 36), sur une pièce déposée par Halford, l'oviducte et le rectum d'une poule, dont le cloaque est pourvu de deux orifices. Mais ici, contrairement à ce que nous avons observé, le cloaque est bifurqué en dessous, et il n'est pas certain que l'oiseau sur lequel la pièce a été recueillie ne fût pas atteint, en même temps, d'un léger degré de dichotomie postérieure.

C'est sur un dindon femelle que l'observation a porté. L'oiseau, parvenu à l'état adulte, était d'ailleurs parfaitement sain et très-bien conservé sous tous les rapports (1). La seule anomalie appréciable consiste en ce que le cloaque s'ouvre à l'extérieur par deux orifices, tous deux parfaitement conformes à l'orifice normal de ce réceptacle, et mesurant chacun 0m,020 de diamètre. Ils sont situés à 0m,035 l'un de l'autre, sur une même ligne horizontale, à 0m,025 en arrière de la ligne pubienne et à 0m,035 en avant de la ligne de naissance des plumes de la queue. Entre eux, et à distance égale de l'un et de l'autre, au milieu même de la région, existe une masse demi-rigide, allongée, péniliforme, et fixée à l'abdomen par deux prolongements de tissu fibreux (sortes de racines), qui, dirigés d'arrière en avant, s'écartent aussi légèrement l'un de l'autre dans ce sens.

La masse entière, mesurée depuis son insertion sur l'abdomen jusqu'à son extrémité libre, offre une longueur de 0m,050, et n'est autre chose, en réalité, que le résultat d'une accumulation inusitée de tissu adipeux, sous une portion du tégument externe, qui paraît s'être laissé graduellement distendre, au fur et à mesure que l'animal acquérait un embonpoint général plus marqué.

La surface intérieure du cloaque était d'ailleurs conformée comme à l'état normal; et, de fait, si ce n'est qu'il était pourvu de deux orifices latéraux au lieu d'un seul situé sur la ligne médiane, le réceptacle communiquait, exactement sur les mêmes points que d'ordinaire, avec les trois appareils qu'il dessert habituellement.

L'animal étant déjà mort quand il me fut adressé, et les renseignements que j'ai essayé d'obtenir ne m'offrant pas des conditions d'exactitude suffisantes, je ne saurais dire si les deux orifices ont fonctionné (2); mais si j'en juge par la parfaite con-

(1) L'animal, déjà privé de ses plumes, pesait 3 k. 427. Son cœur, dont la base était surchargée de graisse, pesait 22 grammes.

(2) B. Th. Lowne (dans son *Descriptive catalogue of the teratological series in the museum of the Royal college of surgeons of England*, p. 7. London, 1872),

formité de leur aspect et de leurs dimensions, il y a lieu de croire qu'ils ont pu jouer, en réalité, un rôle égal durant la vie de l'animal, et l'état de l'ovaire permet de penser que plusieurs fois des œufs ont eu à franchir l'une ou l'autre des deux ouvertures.

rapporte que, chez une poule appartenant à W. Tegetmeier et atteinte de la difformité dont nous nous occupons, les deux orifices extérieurs du cloaque fonctionnaient en réalité.

SUR

L'ASCITE HUILEUSE

Par M. le Dr BERGERET (de Saint-Léger)
Médecin des hôpitaux de Saint-Étienne.

Le 10 septembre 1873, en faisant une paracenthèse abdominale chez une scrofuleuse, j'ai obtenu un liquide blanc ayant toutes les apparences du lait. Voici, en quelques mots, l'histoire de la malade et celle de ce liquide ascitique.

Marguerite Perroche, vingt-sept ans, fille, est née à Saint-Étienne. Elle a été réglée à vingt ans, et à vingt-trois ses époques ont disparu pour ne plus revenir. Son père est mort, il y a quatorze ans, des suites de blessures reçues dans un puits à charbon; il se portait bien avant son accident. Sa mère est morte, en 1872, d'une affection utérine, — on ne sait de quelle nature. — Marguerite a cinq frères et sœurs, dont les uns sont mariés; ils se portent tous très-bien.

Après la mort de sa mère, la malade est entrée à la Charité, — aux incurables, — parce qu'elle ne pouvait attendre aucun secours des siens.

A l'âge de treize ans, elle eut une fièvre typhoïde; c'est depuis cette époque que son système lymphatique est attaqué. Jusqu'à son entrée à la Charité, elle eut des écoulements écrouelleux aux aines, aux aisselles et une suppuration dans le dos. Pendant treize ans, elle ne suivit aucun traitement; mais, dès son entrée à l'hospice, elle fut soumise à l'huile de foie de morue et aux infusions de feuilles de noyer. L'écoulement écrouelleux cessa rapidement et les plaies ganglionnaires guérirent; mais, en même temps, son ventre devint gros.

Le 1er août, lorsque je pris le service de la Charité, l'épanche-

ment abdominal était considérable. Je lui administrai des drastiques et des diurétiques qui restèrent sans effet sur l'ascite.

Le liquide, augmentant de volume, comprima le diaphragme; il survint de la suffocation; elle fut prise d'une toux continuelle qui ne la laissait reposer ni jour ni nuit.

Au sommet des deux poumons il y a des tubercules ramollis. — Le 10 septembre je la ponctionnai.

ANALYSE DU LIQUIDE.

Ce liquide est blanc comme du lait, il a un léger reflet bleuâtre. Sa densité est de 1007 ; il est neutre au papier de tournesol.

— Au microscope, on ne voit que des gouttes de graisse liquide, — huile, — plus ou moins grosses. Il n'y a pas un seul élément figuré.

— Ce liquide, porté à l'ébullition dans un tube à expériences, ne change ni d'aspect ni de consistance.

— L'acide nitrique ne produit aucun coagulum immédiat; mais au bout de cinq à six heures on aperçoit un léger précipité jaunâtre.

— Ce liquide, mélangé à l'éther et vivement agité, conserve d'abord sa teinte blanche, et l'éther vient parfaitement limpide à la surface.

— Je conserve un verre plein de ce liquide, tel qu'il est sorti du ventre de la malade, pour étudier les modifications qu'il éprouvera spontanément.

Du 10 au 20 septembre, voici ce qui s'est passé dans chacune des préparations de ce liquide et dans la liqueur naturelle.

1° *Liquide traité par l'acide nitrique.* — L'acide nitrique a été versé sur une paroi du verre à expériences qui renfermait le liquide ascitique, de telle façon qu'il aille au fond sans se mêler. Tout d'abord la liqueur est restée blanche dans toute son épaisseur, — sans éprouver de modification, ni sans former de coagulum, comme cela a lieu lorsqu'il y a de l'albumine, — et l'acide est resté limpide au fond du verre. Cinq ou six heures après, j'ai

mêlé l'acide et la liqueur ascitique en agitant le tout avec une baguette de verre ; il s'est alors formé lentement des grumeaux jaunâtres qui sont ensuite descendus pour constituer un sédiment de même couleur. Ce sédiment ne s'est jamais tassé, il est toujours resté floconneux; néanmoins de la sérosité claire a fini par surnager. Pendant dix jours les choses sont restées dans cet état.

Examiné au microscope, ce sédiment était amorphe et constitué par des granulations fortement réfringentes.

2° *Liquide bouilli.* — J'ai mis du liquide naturel dans un tube à expériences, je l'ai porté à l'ébullition. Pendant dix jours, il est resté avec la même couleur blanche dans toutes ses parties, sans former ni cremor ni sédiment.

3° *Liquide traité par l'éther.* — Dans un long tube gradué, de Deroche et Morin, j'ai mis 170 divisions de liquide ascitique et 25 d'éther. J'ai mêlé les deux liqueurs en agitant vivement pendant cinq minutes environ ; — le tube était fermé avec un bouchon de liége. — Le premier jour, l'éther est revenu limpide à la surface, et la couleur blanche du liquide ascitique n'a pas changé. Tous les jours suivants, j'ai recommencé la même manœuvre. Dès le second jour, l'éther a commencé à jaunir ; mais ce n'est que le cinquième, après la cinquième agitation, que l'éther a pris une teinte jaune prononcée et que le liquide blanc est devenu aqueux dans toutes ses parties ; — il avait cependant conservé une légère teinte blanchâtre qui s'est maintenue jusqu'à la fin. — L'éther présentait des espèces de filaments grisâtres à sa partie inférieure. J'ai enlevé cet éther avec une pipette, je l'ai mis dans un verre de montre, il s'est évaporé et a laissé une grande quantité de matières grasses amorphes.

Au microscope, on voyait des parties jaunes qui paraissaient semi-liquides et d'autres grises, granuleuses. La quantité de graisse était considérable. J'ai chauffé le résidu sur la lampe à alcool et il s'est fondu.

4° *Liquide naturel.* — J'avais rempli un verre à expériences,

de grande capacité, de ce liquide blanc tel qu'il était sorti de la canule du trocart. La réaction, d'abord neutre au tournesol, a légèrement viré au rose tendre les jours suivants. Il n'a jamais présenté la moindre odeur.

Je l'ai conservé dans mon cabinet au contact de l'air. Le 20 septembre, l'évaporation spontanée l'avait diminué d'un quart environ. Pendant dix jours, il est resté avec la même couleur blanche dans toute sa masse, sans faire de cremor ni de sédiment; toutefois, dès le sixième jour j'ai remarqué, à la surface, une pellicule irisée, — comme cela a lieu dans l'urine qu'on laisse devenir alcaline. — Le 19, dans la soirée, j'ai vu que dans toute la masse de la liqueur il se formait de petits grumeaux. Le 20, avant d'aller à l'hôpital, je constatai un cremor de plus d'un centimètre d'épaisseur et une décoloration presque complète de la liqueur. A deux heures de l'après-midi, le cremor avait disparu, et un sédiment s'était formé. J'ai observé ce phénomène avec soin. Voici comment les choses se sont passées : de la partie inférieure du cremor se détachait à chaque instant un grand lambeau déchiqueté qui gagnait le fond du verre, et en six heures de temps tout le cremor était devenu sédiment. Si ce phénomène avait eu lieu pendant la nuit, je n'aurais pas vu le cremor et j'aurais cru à une précipitation sédimenteuse d'emblée.

J'ai examiné le cremor et le sédiment au microscope, il n'y avait que des granulations jaunes et d'autres grises, fortement réfringentes.

Plusieurs de mes collègues et de mes confrères ont vu ce liquide; aucun d'eux n'en avait encore observé de semblable.

J'ai cherché pour savoir si pareil fait avait déjà été signalé, je n'en ai trouvé qu'un cas cité à l'article Ascite du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, t. VI, page 447.

Voici le paragraphe en entier :

« Les matières grasses sont habituellement en trop petite quantité pour altérer la couleur du liquide ascitique; dans quelques cas cependant, cette quantité peut s'élever au point de donner au liquide ascitique une teinte laiteuse, mais seulement dans des

circonstances tout à fait exceptionnelles, comme dans le fait rapporté par Marshall Hugues, où le liquide épanché était comparable à une émulsion d'amande; agité avec l'éther, il se sépara en trois parties ; la couche supérieure était une solution de graisse dans l'éther : l'inférieure une sérosité limpide, et l'intermédiaire une masse flottante de matière chyleuse. Cette ascite fut rapportée par l'auteur à la compression des branches qui contribuent à la formation de la veine porte et du canal thoracique par des tumeurs encéphaloïdes du mésentère; quelques-unes de ces glandes offraient à la coupe un liquide blanc crémeux, et des vaisseaux lactés en grand nombre, tortueux, variqueux et distendus quelques-uns par un liquide laiteux, d'autres par un liquide plus clair, se dessinaient dans presque toutes les parties du mésentère. »

Je ne discuterai ni sur les analogies ni sur les différences que présentent le liquide observé par Marshall Hugues et celui que j'ai décrit plus haut. — Chacun peut en juger avec les pièces qu'il a sous les yeux. — Je ferai simplement remarquer que dans le liquide de Marguerite Perroche l'émulsion graisseuse était si bien faite, qu'il est resté dix jours sans former ni cremor ni sédiment ; qu'il n'a subi aucune putréfaction, — quoique conservé à l'air, dans le mois de septembre, et à une température assez élevée ; — que, neutre primitivement, il est devenu légèrement acide, — sans doute à la suite de la formation d'acides gras ; — qu'enfin il n'était constitué — au microscope et chimiquement — que par de la sérosité tenant en suspension des matières grasses liquides, semblables à de l'huile ; c'est pourquoi je me suis cru autorisé à donner à cette maladie le nom d'ASCITE HUILEUSE.

Dans un avenir plus ou moins long, je pourrai peut-être donner de nouveaux renseignements sur ce cas pathologique.

SECONDE ANALYSE.

Le 11 octobre, après un mois d'intervalle, le ventre de la malade s'étant de nouveau rempli de liquide, je pratiquai une se-

conde ponction. Le liquide est blanc comme la première fois, il est neutre et pèse 1007,40. Au microscope, il est constitué par une sérosité tenant en suspension des granulations réfringentes, sans grosses gouttes d'huile.

Analyse. — 1° Je mets quatre litres de ce liquide dans un vase avec un lait de chaux, et je porte à l'ébullition; il se forme un savon que je recueille et que je traite à froid par l'acide chlorhydrique étendu. J'obtiens ainsi beaucoup de graisse; mais une certaine quantité ayant été perdue dans les manipulations, je n'ai pu en tirer de conclusions exactes.

2° Je mets 850 grammes du liquide dans un litre en verre blanc et 100 grammes d'éther. J'agite vivement tous les jours à plusieurs reprises. Le quatrième jour toute la graisse est dissoute. Je collectionne l'éther dans une capsule, et, lorsque celui-ci, après 48 heures, est complétement évaporé, il reste un résidu composé de deux parties: l'une blanche, solide, et l'autre jaune, liquide. Je chauffe la capsule sur une lampe à alcool, la partie solide fond et la partie jaune devient plus liquide. Je mélange bien le tout. Le lendemain la masse est de nouveau divisée en une partie blanche solide, et une partie jaune semi-liquide.

Je pèse la capsule et son contenu.	156gr,40
J'enlève la graisse et je pèse la capsule seule.	142 ,20
Poids de la graisse.	14gr,20

ou 16gr,70 pour 1000.

Le liquide traité par l'éther n'est pas devenu complétement aqueux, il est resté légèrement blanchâtre. Par quoi est-il rendu louche? Est-ce par de la graisse ou un autre principe? Je ne saurais l'indiquer.

Je jette une partie de ce liquide sur un filtre contenant du noir animal chimiquement pur. L'aréomètre descend au-dessous de zéro dans le liquide filtré! Cela est évidemment dû à une grande quantité de l'éther qui s'est dissous dans la sérosité.

Le chlorure de baryum détermine un léger précipité; le nitrate d'argent donne un précipité abondant; l'ammoniaque ne produit

rien ; l'acide nitrique décèle de l'albumine en assez grande quantité.

En résumé, ce liquide contient :

1° $16^{gr},70$ de matières grasses par litre ;

2° de l'albumine en assez grande quantité ;

3° beaucoup de chlorures ;

4° un peu de sulfates ;

5° les phosphates sont douteux.

La reproduction si rapide de ce liquide avec ses caractères physiques — et probablement chimiques — semble indiquer un état pathologique très-intéressant du péritoine.

SUR

LES ORGANES PHOSPHORESCENTS THORACIQUES ET ABDOMINAL

DU COCUYO DE CUBA

(PYROPHORUS NOCTILUCUS; ELATER NOCTILUCUS, L.)

Par MM. Ch. ROBIN et A. LABOULBÈNE

Nous avons eu l'occasion d'examiner souvent et de disséquer trois des insectes coléoptères, de la famille des élatérides, sur lesquels M. de Dos Hermanas a appelé récemment l'attention de l'Académie des sciences (1). L'étude de cet insecte, qui est commun dans l'Amérique intertropicale, nous a conduits à quelques résultats méritant d'être signalés (2).

Indépendamment des deux organes phosphorescents, très-apparents sous forme de taches d'un jaune mat, ovalaires, situées, une de chaque côté, sur la face dorsale, à l'arrière du prothorax (*corselet*), il en existe un troisième, impair et médian. Celui-ci se présente sous l'aspect d'une grande plaque, d'un blanc un peu jaunâtre, située à la face ventrale du corps, entre le thorax et l'abdomen : l'insecte la met à découvert et la rend lumineuse volontairement ; il la rend aussi très-lumineuse quand on écarte les élytres et les ailes, et qu'on renverse un peu l'abdomen vers la partie dorsale.

En mettant à découvert l'espace situé entre les segments emboîtés du métathorax et du premier segment abdominal, on a sous les yeux un espace triangulaire ayant plus de trois fois la largeur d'une des taches lumineuses du corselet. Sur l'animal vivant, cet espace interthoraco-abdominal brille alors du plus vif éclat. C'est aussi vers la partie centrale qu'apparaît d'abord la lumière verte,

(1) *Sur les cocuyos de Cuba* (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 333. 1873.)

(2) Les trois individus soumis à notre examen étaient du sexe mâle.

nale, devenue très-fine et transparente, qui le recouvre. La surface phosphorescente. A la clarté du jour ordinaire, nous l'avons déjà dit, la coloration de l'organe en repos est blanchâtre et à peine jaune.

A. Si l'on examine la surface des taches jaunâtres dorsales du prothorax, de forme ovalaire, longues de 2 millimètres, on voit qu'elle est très-lisse, et qu'en ces points il y a une transparence parfaite des téguments chitineux, amincis, incolores, continus avec la portion brune foncée et épaisse, recouvrant le reste du corselet (1). Immédiatement au-dessous du tégument diaphane des trois appareils phosphorescents se voit le tissu propre de l'organe, qui est humide, charnu, grisâtre, demi-transparent; tout le reste de sa surface profonde est pourvu d'une couche ou enveloppe de tissu adipeux d'un blanc mat, épaisse d'un dixième de millimètre, que traversent les trachées et les nerfs de l'organe même. Celui-ci ne peut être enlevé sans qu'on n'entraîne aussi cette couche. Dès qu'un des organes dorsal ou ventral est à découvert, sa surface humide et brillante s'enfonce et se relève par mouvements lents et irréguliers, dus à la contraction de faisceaux musculaires striés qui s'insèrent à sa face profonde (2).

En enlevant ou en arrachant peu à peu tout l'organe lumineux, on arrive à découvrir contre lui un tronc trachéen court et considérable, car il a plus de 2 millimètres de diamètre; il est donc très-facile à voir. La disposition des trachées sortant de cette empoule trachéenne pour aller à l'organe voisin est plutôt celle de houppes que la division dichotomique ordinaire.

B. L'organe phosphorescent abdominal est irrégulièrement triangulaire, à base tournée du côté du thorax et à sommet postérieur. Il n'a pas l'enveloppe tégumentaire solide des taches lumineuses du thorax; c'est la membrane interthoraco-abdomi-

(1) Cette partie diaphane du tégument, en forme de *cornée oculaire*, au niveau de ces organes, a néanmoins sa surface marquée de fines ponctuations microscopiques, figurant des virgules droites, écartées les unes des autres de $0^{mm},01$ et en rangées quinquonciales régulières.

(2) Cette surface devient bientôt louche et verdâtre, parce que ces contractions rompent alors les cellules adipeuses de l'enveloppe sus-indiquée, et font couler sur elle les gouttelettes microscopiques de leur contenu huileux.

face extérieure de celle-ci est lisse, avec quelques poils fins et très-espacés; sa face postérieure adhère fortement à l'organe lumineux. Ce dernier, d'un blanc jaunâtre, retiré du corps de l'animal vivant, brille dans l'air, dans l'eau, sur les plaques de verre porte-objet (1). On trouve à l'organe phosphorescent de l'abdomen, chez le *Pyrophorus*, la même structure que pour les deux organes thoraciques (2).

Sructure anatomique. — Les coupes de ces divers organes montrent qu'ils sont de forme lenticulaire, d'un tiers environ moins épais que larges, en y comprenant l'enveloppe adipeuse profonde (2). Celle-ci est entièrement formée de très-grandes cellules, à paroi hyaline, à contenu formé de nombreuses gouttelettes graisseuses, comme dans le tissu adipeux des insectes et qu'il reçoit des trachées peu nombreuses relativement au reste de l'appareil.

Après vingt-quatre heures de contact avec l'acide acétique ou

(1) Il en est de même de l'organe lumineux du corselet. Du reste, l'organe des *lampyres*, ou vers luisants de nos contrées, brille étant retiré du corps et après l'écrasement de l'animal. Sa substance dissociée met quelques minutes avant d'avoir épuisé sa phosphorescence.

(2) Les trachées de l'organe ventral se rendent dans deux troncs trachéens brunâtres, allant de chaque côté au gros stigmate du premier segment abdominal.

(3) Pour l'exécution des coupes minces des tissus durcis, j'ai introduit l'usage dans mon laboratoire de la moelle de *Ferdinanda eminens* (*Lagasca*), pour remplacer celle du sureau. Les histologistes qui s'en sont servis, M. Legros particulièrement, la préfèrent comme moi à celle-ci. Ses cellules sont plus petites, son tissu plus fin s'écrase moins, sa consistance est la même du centre jusqu'à la périphérie des fragments, elle se tranche sous le rasoir d'une manière très-uniforme sur les plus gros comme sur plus petits cylindres. Elle est très-légère. Elle offre surtout cette avantage, qu'on a facilement des cylindres d'une épaisseur de 2 à 4 centimètres et longs de 15 à 30 centimètres. On les obtient en enlevant au couteau avec l'écorce la mince couche ligneuse des entre-nœuds de cette synanthérée corymbifère de la province de Mexico. Ces nœuds résultent de la présence de deux rameaux ou de deux grandes feuilles (parfois trois) opposées. Cette belle plante a été introduite depuis quelques années dans les jardins de Paris et des environs comme plante d'ornement. Elle y est annuelle, atteint une hauteur de 2 à 3 mètres, fleurit tard, ne fructifie pas en France et ne doit être coupée qu'en novembre ou décembre, lorsque les premiers froids ont flétri le limbe de ses feuilles. On la met en pleine terre au printemps, après germination des graines en pots dans une serre. Bien qu'elle s'achète sur les marchés aux fleurs de Paris, on ne trouve pas encore ses tiges dans le commerce et je dois celles que j'ai à des amis dévoués à la science, M. E. Doré, etc. — Ch. Robin.

avec l'acide chlorhydrique étendu, les principes graisseux formant ces gouttelettes passent en partie à l'état de fins cristaux aciculaires qui hérissent leur surface ou restent plongés dans leur épaisseur. Beaucoup de ces gouttes se fondent alors ensemble en gouttes plus grosses. Les acides ne font pas apparaître des cristaux d'acide urique dans ces cellules, ni entre elles, comme ils le font, au contraire, dans les cellules du tissu propre de chaque organe. Ce sont leurs gouttelettes qui donnent une coloration d'un blanc jaune mat à la surface profonde de l'appareil et qui réfléchissent vers l'intérieur la lumière centrale produite, mais non les granules d'urate (dont il va être question), contrairement à ce qu'on a supposé être dans les lampyres. Du moins il en est ainsi sur les *pyrophores*.

Le tissu propre, demi-transparent, humide, forme la partie centrale de l'appareil, qui est la plus volumineuse. Il est composé de cellules qui ne diffèrent pas sensiblement de celles qui constituent les organes lumineux des lampyres, et depuis longtemps décrites; ce sont des cellules irrégulièrement polyédriques, à angles arrondis, assez molles, friables, difficiles à séparer les unes des autres, épaisses de $0^{mm},04$ à $0^{mm},06$; elles manquent de paroi propre; elles ont un noyau relativement petit ($0^{mm},007$), ovoïde, un peu grenu, sans nucléole, visible facilement après l'action prolongée de l'acide acétique et de la teinture de carmin. L'aspect charnu particulier et l'état finement et uniformément grenu de ces cellules se retrouvent ici d'une manière très-nette. La présence de l'urate d'ammoniaque ou de soude en grande quantité, comme principe constitutif de ces granules, sur laquelle les auteurs classiques insistent à propos de l'appareil des *Lampyris*, se constate ici de la manière la plus nette. L'acide acétique et l'acide chlorhydrique étendu font apparaître, au bout de quelques minutes, dans l'épaisseur des coupes du tissu, et surtout autour d'elles, des cristaux d'acide urique, isolés ou groupés, aisément reconnaissables et nombreux; en même temps la substance des cellules devient moins grenue, plus transparente, sans se dissoudre.

Aucun de ces fins granules ne dépasse en diamètre 0mm,001 et ne peut être reconnu comme salin sans l'action des acides. L'acide sulfurique, qui fait apparaître promptement des aiguilles de sulfate de chaux, sous le microscope, partout où il agit sur des carbonates ou des urates de chaux n'amène pas leur formation ici; il amène le dépôt d'acide urique en groupes sphéroïdaux, en sabliers, etc.

Ces cellules sont immédiatement contiguës les unes aux autres, et entre leurs faces adjacentes on ne trouve que des trachées et des tubes nerveux, sans que la masse du tissu ainsi constitué soit subdivisée en lobes et lobules (1).

Les trachées, d'épaisseur moyenne quand elles traversent la couche blanche adipeuse, deviennent fort nombreuses et très-fines, par subdivisions multiples, et touffues dès qu'elles pénètrent dans le tissu propre; elles vont se terminer en pointes les plus fines contre une face des cellules. Cette face nous a semblé être la face opposée à celle contre laquelle arrivent les tubes nerveux. Toutefois nous ne pouvons pas être absolument affirmatifs à cet égard (2).

Les nerfs, relativement nombreux et volumineux, viennent du ganglion le plus voisin de chaque appareil et le pénètrent par sa circonférence. Ils s'épanouissent en tubes marchant bientôt isolément, entre les cellules, dès qu'ils ont traversé la couche adipeuse. Là, ils cessent bientôt de posséder leur couche de myéline et, après s'être divisé plusieurs fois, leur cylindre-axe s'applique contre telle et telle cellule; mais il nous a été impossible d'en voir la terminaison réelle, comme on peut le faire dans les appareils électriques des poissons par exemple.

(1) Les cellules de la surface contiguë à la couche adipeuse sont plus riches en granulations, un peu moins transparentes que celles qui sont plus centrales, mais sans former toutefois une couche distincte, comme les cellules adipeuses en constituent une.

(2) On sait que l'un de nous a démontré que les disques du *tissu électrique* formant les appareils de ce nom dans les poissons reçoivent leurs vaisseaux par celle de leurs faces par laquelle s'échappe le courant, tandis que les nerfs se terminent contre la face opposée, celle qui *est tournée vers le pôle positif de l'appareil* (voy. Ch. Robin, *Annales des Sc. nat. zool.*, 1847, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1865, et *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, année 1865).

Remarques physiologiques. — Les organes phosphorescents des insectes constituent des appareils de la vie de relation comme les appareils électriques des poissons. Leurs nerfs sont de l'ordre des nerfs moteurs dits volontaires.

On sait, d'après les expériences faites sur les lampyres, que leurs propriétés sont modifiées de la même manière par les mêmes agents.

Brown et Linné avaient déjà constaté que la production lumineuse par le pyrophore est soumise à sa volonté. On peut en multiplier les preuves de mille manières (1). Alors que l'animal trop affaibli ne produit plus de lueurs à la suite des excitations, qui en suscitaient auparavant l'émission, on peut encore en obtenir en incisant les ganglions qui envoient des nerfs à l'appareil, ou en arrachant brusquement celui-ci.

Ces expériences réussissent sur le thorax séparé de l'abdomen comme sur l'insecte entier. Leurs résultats sont de même ordre que ceux que l'on obtient avec des muscles ou des organes électriques récemment séparés de l'animal qui les porte. Sur les appareils ventral et dorsal, la lumière apparaît d'abord au centre même de l'organe, puis elle gagne toute son étendue, éclaire au dehors; elle devient fort vive, verdâtre et des plus belles. Une zone linéaire, jaunâtre, très-apparente, parce qu'elle tranche à la périphérie sur le ton brun des téguments, n'est point primitivement lumineuse. Il en est de même des angles externes de l'organe ventral, surtout quand l'animal est affaibli. Cette zone est représentée par la couche adipeuse indiquée plus haut.

Elle devient lumineuse quand du centre la phosphorescence a gagné jusqu'à elle; mais alors même elle ne produit pas de lumière, elle n'est jamais photogène; elle ne fait que réfléchir la lumière produite par la portion centrale de l'organe. En revanche, elle le fait non-seulement par sa face interne, mais par toute son

(1) Brown et Linné avaient déjà constaté que l'abdomen de ces insectes devient brillant quand on les déchire en deux. Voy. aussi Fougeroux de Bondaroy, *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1766. Lacordaire, *Introduction à l'Entomologie*, etc.

épaisseur, ce à quoi se prêtent la transparence et le fort pouvoir réfringent de ses gouttelettes graisseuses, toutes nettement sphériques. Ces dispositions physiques déterminent des phénomènes dispersifs et d'interférence qui sont la cause de l'éclat remarquable que prend la lumière, dès que du centre elle se propage jusqu'à cette zone.

Quels sont les changements d'état moléculaire des cellules du tissu propre de l'organe qui causent ici un dégagement de lumière? On sait que pendant le repos, et en dehors de toute influence nerveuse, les appareils électrogènes des poissons passent à un état de tension électrique de plus en plus prononcé, dont ils se dégagent subitement dès qu'ils veulent, ou sous l'influence expérimentale de telle ou telle action physico-chimique. Or ici les probabilités sont que le tissu phosphorescent produit peu à peu une substance qui s'accumule lentement dans les cellules productrices mêmes, indépendamment de toute influence nerveuse, par des actes de même ordre que ceux de diverses sécrétions, et que l'acte seul par lequel elles s'en déchargent est volontaire.

L'expérience prouve que, comme pour la production et le dégagement de l'électricité des poissons, les actes précédents épuisent vite l'animal et exigent le repos, après une série de quelques dégagements, pour qu'une réparation nutritive permette de nouveau leur production.

La mise en liberté volontaire de la matière produite relativement au reste de la substance des cellules consiste-t-elle en un suintement exsudatif intercellulaire ou a-t-elle lieu dans l'épaisseur de ces éléments? On ne peut encore rien dire de précis sur ce point ; mais le principe qui rend lumineuse pendant plusieurs minutes la substance des cellules écrasées se comporte comme la *noctilucine*, principe azoté coagulable, phosphorescent, retiré par Phipson (1871) du mucus lumineux de certaines scolopendres, des poissons, etc. C'est un principe immédiat naturel, peu stable, dont la ségrégation chimique ou moléculaire a lieu dès qu'il devient libre et qui se manifeste par une production de lumière

seulement, sans chaleur, d'une manière analogue à ce qui a lieu lors de la décomposition accidentelle, putride ou non, de diverses sortes de tissus, de mucus, de sucres, etc.

L'abondance des urates dans la substance des cellules au sein desquelles a lieu le dégagement de lumière porte à penser que l'acide urique est un des composés cristallisables résultant de la décomposition photogénique du composé coagulable précédent, puis qu'il est graduellement éliminé comme les principes cristallins de désassimilation analogues. L'abondance des trachées dans cet appareil est certainement en rapport avec celle de la consommation d'oxygène qui accompagne ces phénomènes.

ÉTUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE

SUR

UN CAS DE SURDI-MUTITÉ

Par M. MICHAUD
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Saint-Étienne.

Les lésions qui occasionnent la surdi-mutité ont été rarement étudiées, et sont peu connues. Quelques recherches ont cependant été faites sur cette question ; et ce qui caractérise jusqu'à ce jour les conclusions énoncées dans ces différents travaux, c'est la diversité même des lésions signalées par chaque auteur.

Haigthon (1) a trouvé quelquefois chez les sourds-muets le nerf auditif notablement plus petit qu'à l'état normal.

Itard a constaté aussi ce fait (2) ; mais il pense que l'atrophie du nerf auditif est plus souvent l'effet que la cause de la surdité.

M. Michel, de Strasbourg, dans une note adressée à l'Académie des sciences, en 1835, signale quelques anomalies dans les ouvertures des canaux demi-circulaires verticaux, et surtout une absence des canaux demi-circulaires horizontaux.

Itard, Deleau, Kramer, ont rencontré des lésions analogues à celles de la surdité acquise, telles que : l'oblitération de la trompe, la perforation de la membrane du tympan, la destruction de la chaîne des osselets, etc.

D'après A. de Tröltsch (3), il n'est pas rare de voir les recherches dans l'oreille interne aboutir à un résultat négatif; on est alors forcé de considérer les traces évidentes d'inflammation catarrhale de la caisse comme la cause essentielle du mal.

Il semble peu rationnel, à priori, de rattacher à des lésions diverses une maladie qui se développe presque toujours de la

(1) *Mem. of the med. Society*. T. III, p. 1.
(2) *Traité des maladies de l'oreille et de l'audition*. Paris, 1821.
(3) *Traité pratique des maladies de l'oreille*. Paris, 1870.

même façon et au même âge, et qui se distingue nettement des autres maladies de l'oreille avec lesquelles on tendrait ainsi à la confondre, par l'absence de quelques symptômes, tels que le catarrhe et la douleur qui marquent souvent le début des autres genres de surdité.

Un jeune sourd-muet ayant succombé dans notre service à la suite de l'ablation d'un goître asphyxiant, nous n'avons pas laissé échapper l'occasion d'examiner quelles pouvaient être dans ce cas les altérations de l'appareil de l'ouïe. Nos recherches, peut-être incomplètes sur quelques points, nous ont cependant permis d'arriver à des résultats bien précis, et à des conclusions bien différentes de celles qui ont été émises jusqu'ici par les auteurs que nous avons cités.

Voici, en deux mots, l'observation du malade :

Barrière, Pierre, seize ans, né à Saint-Étienne, entré le 29 juillet 1872 dans le service chirurgical de l'Hôtel-Dieu.

Le père raconte que l'enfant, étant tout jeune, proférait quelquefois des sons rauques et indistincts; mais que plus tard il ne put jamais prononcer de parole bien articulée; de sorte qu'on ne pouvait savoir si la surdi-mutité était congénitale ou bien survenue dans la première enfance. Chez cet enfant la surdité n'est cependant pas absolue. Quand on l'appelle un peu fort, il perçoit le son; et, chose assez curieuse, il perçoit mieux les bruits ou les sifflements que le son de la voix; ainsi, en faisant claquer les mains l'une contre l'autre derrière lui, on le fait retourner plus facilement qu'en l'appelant à voix très-haute. Pendant la durée de son séjour à l'hôpital, on a remarqué encore la particularité suivante : L'enfant tournait toujours l'oreille droite du côté de la personne qui l'appelait; il paraissait donc conserver encore à droite un dernier reste d'audition, tandis que du côté gauche, cette fonction paraissait complétement abolie.

Cet enfant est d'une intelligence moyenne, et d'une éducation dactylologique incomplète.

Il était atteint d'un goître cystique très-développé. La tumeur occasionnait, du côté de la respiration et de la déglutition, des

troubles graves qui nécessitèrent l'intervention chirurgicale. Le malade succomba quelques jours après l'opération à une suppuration dans le médiastin antérieur.

EXAMEN ANATOMIQUE,

A l'autopsie, on examina avec soin les centres nerveux; mais le cerveau et le bulbe n'offrirent aucune lésion appréciable à l'œil nu. Ces deux organes furent également soumis à l'examen microscopique.

Diverses coupes faites principalement sur la partie périphérique du cerveau, et sur la troisième circonvolution cérébrale gauche, permirent de constater l'intégrité de cette substance. Sur des coupes faites à diverses hauteurs dans le bulbe, on put reconnaître la présence et l'état normal des principaux noyaux qu'il renferme, et notamment du noyau de l'hypoglosse.

La mutité n'est donc pas d'origine encéphalique; conclusion déjà adoptée depuis longtemps par la clinique.

Nerfs acoustiques. — Depuis leur origine apparente jusqu'à leur entrée dans le conduit auditif interne.

Ils se présentent avec leur coloration blanche et leur volume normal. Examinés au microscope, ils ne présentent pas d'atrophie des tubes primitifs, pas un n'a subi les modifications conduisant à l'état dit granulo-graisseux. On trouve partout la myéline remplissant des gaînes sans noyaux.

La substance interstitielle et le tissu conjonctif périphérique n'offrent pas d'épaississement notable.

Cette intégrité d'un nerf qui ne fonctionne plus depuis une quinzaine d'années, est un argument de plus contre l'hypothèse qui fait dériver l'altération des nerfs de l'abolition de leurs fonctions. Chez notre malade, l'abolition fonctionnelle était bien complète du côté gauche; depuis longtemps le nerf auditif avait cessé d'être parcouru par les excitations centripètes et cependant il n'avait subi aucune lésion matérielle. Cette intégrité ne peut être attribuée qu'à la conservation des rapports du nerf olfactif, avec les parties du bulbe qui constituent son origine

réelle, et qui joueraient à son égard le rôle dit de centres trophiques.

Oreille interne droite. — En suivant le nerf acoustique et le facial dans le conduit auditif interne, on ne tarde pas à voir ce dernier gagner le conduit de Fallope où il disparaît.

Quant à l'auditif, arrivé vers le fond du conduit, il *s'amincit et s'atrophie très-rapidement, jusqu'à ne plus offrir qu'un volume à peu près égal à la cinquième partie de celui du tronc dans sa portion extra-osseuse.* Ce nerf, ainsi réduit à une sorte de filament ténu, s'enfonce à travers les orifices de la lame perforée. Nous avons cherché à suivre son trajet ultérieur, mais sans pouvoir arriver à rien de bien précis.

Une section parallèle à l'axe du limaçon nous a découvert la lame spirale et ses deux rampes. Cet espace apparaissait comme plus grand et moins rempli que d'habitude; sans doute par suite de l'atrophie des éléments qui sont situés entre la membrane basilaire et la membrane de recouvrement, et qui constituent l'organe de Corti.

Il suffit de comparer avec l'oreille interne de notre sourd-muet une oreille saine, sectionnée dans le même sens, pour être frappé de la différence d'aspect.

Dans une oreille normale le nerf acoustique paraît pénétrer à plein canal dans le limaçon, comme s'il n'y avait pas de lame criblée. — Chez notre sourd-muet, la lame criblée étrangle en quelque sorte le nerf à son passage.

Si l'on poursuit la comparaison on trouve des différences encore plus importantes.

Dans le premier cas, les membranes de la rampe auditive étalées entre deux verres permettent de voir sans grande difficulté les filets nerveux sortant de la lame spirale osseuse, et se terminant par des segments et des cellules particulières. Chez notre sourd-muet, les membranes enlevées avec soin et portées sous le champ du microscope, ne laissent voir *qu'une surface amorphe offrant des ponctuations et des stries, mais aucune trace d'éléments figurés, rien qui rappelle l'organe de Corti.*

Oreille gauche. — Ici, la lésion du nerf acoustique au point où il doit se diviser en deux branches, est encore plus remarquable que du côté droit. Ce nerf, arrivé au fond du conduit auditif interne, *se termine brusquement*. Une traction extrêmement légère l'arrache, et permet de voir une extrémité arrondie, entourée par une membrane conjonctive qui n'est autre que le névrilème se terminant en cul-de-sac et coiffant l'extrémité du nerf. Aucun filet ne traverse la lame criblée, qui, du reste, examinée à la loupe, *n'offre pas le moindre orifice.*

L'examen de l'organe de Corti donne comme du côté droit un résultat complétement négatif.

On se rappelle que notre jeune sourd-muet avait conservé un reste d'audition à droite et que ce sens était complétement aboli à gauche. L'examen des pièces pathologiques nous donne la raison de cette différence, en nous faisant constater un simple étranglement du nerf à droite, et une section complète à gauche.

Il y avait donc à droite quelques filets nerveux qui se rendaient soit dans le limaçon, soit dans les canaux semi-circulaires. L'examen du limaçon ne nous a pas permis, comme nous l'avons vu plus haut, d'y constater de terminaison nerveuse. Ces filaments se rendaient-ils dans les canaux demi-circulaires? Nous n'osons pas l'affirmer; nos recherches ayant été incomplètes sur ce point d'ailleurs fort délicat. Mais s'il en était ainsi, cela concorderait très-bien avec l'observation de notre sourd-muet qui percevait les trépidations brusques et irrégulières, c'est-à-dire les bruits mieux que les vibrations régulières ou sons; et cela confirmerait l'opinion d'Helmholtz qui attribue aux épanouissements nerveux du vestibule et des ampoules, la perception des bruits; aux fibres de Corti, la perception des sons. Mais, nous le répétons, il ne s'agit là pour le moment que d'une hypothèse qui attend des recherches nouvelles pour devenir un fait scientifiquement démontré.

Les résultats fournis par l'examen anatomique de nos pièces peuvent se résumer en quelques mots : intégrité des centres nerveux, cerveau, bulbe, et des nerfs acoustiques jusqu'au niveau de

leur terminaison dans le fond du conduit auditif interne; à ce point atrophie et étranglement du nerf auditif droit, dont quelques filaments seulement pénètrent dans l'oreille interne, section complète, ou plutôt terminaison brusque du nerf gauche en ce point; lésion particulière de la lamelle perforée, dont les pertuis ont disparu en partie ou en totalité; enfin, absence ou destruction de l'organe de Corti.

Telles sont, en résumé, les lésions que nous avons trouvées chez un sourd-muet. Nous pensons qu'il faut se garder pour le moment de généraliser, et attendre que des observations ultérieures montrent si les mêmes lésions existent dans d'autres cas de surdi-mutité.

Après la constatation pure et simple des lésions précédentes, la question de pathogénie vient d'elle-même se poser à l'esprit. Ici, nous entrons sur le terrain des hypothèses. Faut-il chercher le point de départ de ces lésions dans le nerf acoustique ou dans le rocher? Les deux opinions pourraient à la rigueur se soutenir. Toutefois, il nous paraît plus rationnel d'admettre une lésion osseuse primitive, soit un vice dans le développement et l'ossification du rocher, soit un léger degré d'ostéite amenant la disparition des orifices qui livrent passage aux filets terminaux du nerf acoustique. La conséquence naturelle est l'atrophie et la destruction de l'organe de Corti. On peut ajouter comme conséquence plus éloignée, la disparition des canaux semi-circulaires signalée par quelques auteurs; on comprend en effet que ces canaux, devenus inutiles, aient de la tendance à se combler avec les années.

DES

AFFINITÉS SQUELETTIQUES

DES POISSONS

Par M. le Dr SEGOND
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

(Suite et fin) (1)

Pour établir immédiatement un point de comparaison bien tranché il faut d'abord analyser les scombres. Leur forme générale en se rattachant directement aux meilleures conditions d'activité est fusiforme et toute la région caudale est d'une grande vigueur. Nous retrouvons sur le squelette des scombres l'élément transverse des percoïdes avec dédoublement de la côte à son origine. Si l'on suit les métamorphoses vers la queue on voit les deux éléments de la côte se séparer progressivement, le supérieur reste en connexion avec la base de l'hémapophyse, tandis que l'autre la suit dans sa migration de haut en bas et s'attache à son extrémité. Les neurapophyses chez le thon, le scombre, la bonite se détachent nettement de l'arc neural au niveau du milieu du corps de la vertèbre au-dessus d'une dépression. La lame d'où émane la neurapophyse se prolonge en avant sans s'unir à celle du côté opposé.

En allant vers la queue on remarque aussi, en avant de l'hémapophyse, une lame fournie par la vertèbre placée devant. Si l'on observe en particulier le squelette de la tonine on y voit bien cette double origine de l'arc hémotal se détachant au niveau de la réunion des corps vertébraux et constitué de chaque côté par deux lames réunies, de telle sorte que l'on peut reconnaître que chaque vertèbre, vers la région moyenne de l'épine, de la quinzième à la trentième vertèbre environ, fournit de chaque côté et en dessous, deux expansions soudées l'une en avant, l'autre en arrière aux expansions des vertèbres correspondantes, puis les deux lames se

(1) Voyez *Journ. de l'anat. et de la physiol.* n° de septembre 1873, p. 999.

réunissent et c'est de leur réunion prolongée en apophyse que naît la terminaison de l'arc hématal.

La singularité de cette disposition permet de suivre facilement toutes les nuances du type. Mais il en est une qu'il est très-important de bien suivre sous peine de méconnaître les affinités des scombres avec les espadons et particulièrement avec les tétraptures.

Si nous continuons à analyser la tonine nous voyons que l'apophyse articulaire fournie en avant par l'arc hématal, se détache à angle droit de la base de la neurapophyse et se porte directement à la base de la neurapophyse placée devant, de telle sorte qu'elle recouvre la moitié antérieure de la vertèbre dont elle dépend et la moitié postérieure de la vertèbre placée devant. Cette disposition permet de comprendre immédiatement la morphologie des tétraptures si spéciale au premier abord. Ce qui frappe le plus dans l'épine de ces xiphias c'est précisément la disposition de cette apophyse articulaire et aussi la forme des apophyses épineuses, mais on peut aussi chez certains scombres voir cet aplatissement des épines dans les premiers segments abdominaux de telle sorte que dans cette forme si individuelle nous ne voyons en somme que l'exagération et la généralisation d'une forme qui appartient au type des scombéroïdes. Cuvier a donc eu raison de placer les xiphias après les scombres. Tout ce que l'on peut reprocher à Cuvier c'est de les avoir placés avant les caranx et les sérioles, qui se déduisent plus directement des scombres et si je me permets cette objection c'est que l'on peut constater dans la table méthodique de Cuvier l'intention formelle d'établir des séries. Une fois l'affinité des scombres avec les tétraptures reconnue, il est facile de la suivre chez les autres espadons.

Pour le moment, si nous suivons plus directement les déductions dans la série des scombéroïdes nous voyons que si les thyrsites et les gempiles conduisent aux espadons, les maquereaux, thons, germons, bonites, pélamides, tassards, auxides, conduisent plus naturellement aux caranx, sérioles, temnodons, pasteurs, coryphènes, centronotes. De même si vous voulez passer aux formes aplaties, nous pouvons, comme l'a très-bien indiqué

Cuvier, à partir du caranx carangue ou des citules, passer aux stromatées, aux kurtes, aux castagnoles, aux vomers et aux zeus.

En terminant cet arrangement des scombéroïdes qui les présente dans leur succession naturelle je dois faire ici une restriction spéciale pour les rhinchobdelles et les notacanthes, je n'ai eu sous les yeux, pour les rhinchobdelles, que des squelettes dont le centre vertébral s'éloigne notablement des scombéroïdes. Je dois donc les mettre en réserve. J'en ferai autant pour le *Nótachanthus Nasus* que je n'ai pas observé et qui doit probablement s'en éloigner tout autant. De cette manière et avec l'adjonction des castagnoles, la grande harmonie des scombéroïdes se trouve restaurée et perfectionnée par le mode d'assemblage que je viens d'indiquer et qu'un tableau ultérieur fera mieux ressortir.

Pour suivre la table de Cuvier, je dois dire que provisoirement la classification des tænioïdes doit être reservée. Ce que j'ai pu observer jusqu'à présent de l'ostéologie des lépidopes et des trichiures me fait suspendre toute résolution sur l'ensemble des tænioïdes qui, introduits maintenant dans une ligne directe de déduction, pourraient y troubler l'homogénéité des dérivations naturelles. Il est donc nécessaire de les séparer pour le moment dans une division horizontale des formes les plus complexes, qui nous permettra de mieux faire ressortir les *desiderata* de l'ichthyologie. J'ajouterai pour terminer l'arrangement des scombéroïdes que si l'on veut saisir les affinités des squammipennes et des theutyes avec cette grande famille, il faut tenir compte des variétés de connexion entre la côte et l'élément transverse.

Arrivés à ce point de la coordination de Cuvier nous nous trouvons en présence de six familles dont il faut maintenant juger la véritable situation méthodique.

La première qui s'offre à nous est celle des Pharyngiens labyrinthiformes. Disons tout d'abord qu'en attendant l'exposition des problèmes de la troisième partie de l'anatomie générale qui sera consacrée à l'étude des relations des organes dans un appareil et des appareils dans un organisme, on est spontanément disposé à prévoir que chez des poissons qui, suivant l'ancienne observation de Théophraste, ont la propriété de sortir de l'eau en rampant à

terre à une assez grande distance de leur séjour ordinaire, il doit y avoir des dispositions squelettiques particulières. C'est en effet ce qui a frappé Cuvier relativement à leurs pharyngiens supérieurs, divisés en petits feuillets, interceptant des cellules dans lesquelles le poisson trouve de l'eau en réserve qui découle sur les branchies et les humecte pendant que le poisson est à l'air libre. Cette disposition spéciale des pharyngiens qui, à notre point de vue, serait insuffisante, coïncide en outre avec une forme spéciale des régions fondamentales du squelette qui ne rentre pas dans les types et sous-types que nous venons d'observer. On est donc disposé à les rattacher à un type spécial, quoique le petit nombre de genres et d'espèces dans cette famille, en même temps que la très-grande spécialité de leur organisation, ne permet pas d'étendre bien loin l'analyse des parties centrales de l'épine. Mais si après les pharyngiens labyrinthiformes on examine les groupes suivants et en particulier les mugiloïdes, les gobioïdes et les labroïdes, on y retrouve dans le centre de la colonne vertébrale des dispositions analogues à celles des pharyngiens labyrinthiformes et avec les caractères les mieux tranchés. Si nous examinons en particulier le squelette du muge, nous ne tardons pas à discerner, dans les parties fondamentales, des traits morphologiques qui, à certains points de vue, apparaissent comme intermédiaires entre les acanthoptérygiens et les malacoptérygiens, mais qui d'après une analyse plus précise, revêtent des caractères vraiment typiques. Ce qui frappe le plus au premier abord c'est la conformation de l'élément transverse. Il se présente ici sous forme d'une large expansion latérale creusée en gouttière supérieurement, de façon que le bord antérieur de cette gouttière, un peu plus saillant que le postérieur, se relève et regarde en arrière et en haut. Quand je décrirai plus loin l'élément transverse des gadoïdes, nous verrons en quoi il diffère. Les côtes, larges et fortes à leur origine, s'articulent dans la dernière partie de la gouttière formée par cet élément transverse et se rabattent ensuite en arrière sur une échancrure de l'extrémité de cette apophyse. A partir de la 12e abdominale, cet élément, successivement amené à la face inférieure de la vertèbre, y forme l'anneau et se renforce à sa base d'une petite épine fournie par la vertèbre placée devant.

A la partie caudale, l'hémapophyse se détache finement comme la neurapophyse correspondante, et les corps des vertèbres s'unissent entre eux par leurs faces antérieures et postérieures et par quatre petites apophyses articulaires, deux en haut, deux en bas.

Si nous rapprochons maintenant de ce type, les pharyngiens labyrinthiformes et les familles suivantes, on verra que rien ne saurait ébranler l'intimité de ces groupes, que ce soit les eléotris, les gobies, les callionymes, les anabas, les osphronèmes, les ophicéphales, nous retrouvons toujours les dispositions fondamentales que je viens d'esquisser. On ne saurait contester davantage l'homogénéité des labroïdes, mais il sera nécessaire de les détacher au niveau des blennies et de les ranger contre la colonne des percoïdes, car si l'on peut les déduire des mugiloïdes, il faut aussi reconnaître leur parenté avec le premier type des acanthoptérygiens. Quant aux bouches en flûte et aux pectorales pédiculées, je pense que tout en les conservant sous la colonne du type mugiloïde, il faut les placer dans la division des types les plus modifiés, pour les mêmes raisons que nous avons fait valoir à propos des tænioïdes.

En résumant ces observations sur les dixième, onzième, douzième et quatorzième familles de Cuvier, nous dirons qu'en prenant le muge pour type, on peut les faire suivre par les callionymes, les coméphores, les éléotris, les platyptères, les trichonotes, les gobies, les blennies, les chirus, les anarrhichas, au dessous desquels on peut établir deux lignes de dérivation : à gauche, du côté des percoïdes, les labroïdes, et à droite, les pharyngiens labyrinthiformes, anabas, macropodes, polyacanthes, hélostomes, trichopodes, spirobranches, osphromènes, ophicéphales.

Les affinités qui lient les acanthoptérygiens étant ainsi dévoilées au moyen de la partie centrale du squelette, je vais appliquer la même analyse aux malacoptérygiens abdominaux subbranchiens et apodes, et nous déterminerons ensuite la place des lophobranches et des plectognathes.

Le type de la carpe ayant été mis en opposition avec celui des

acanthoptérygiens, je vais d'abord le confronter avec un gade et avec un anguilliforme. Si nous prenons d'abord le *Gadus pollachius*, nous voyons que l'aspect de la partie inférieure de la colonne diffère un peu de la carpe et s'éloigne moins de la perche. Il se rapproche en avant de celui de la perche parce que le corps de la vertèbre y est libre; mais pour la forme des éléments transverses et épineux, on retrouve la ligne des cyprinoïdes.

Les éléments transverses apparaissent dès les premières vertèbres abdominales, sans avoir l'importance de ceux de la carpe; mais vers la cinquième ils présentent la forme aplatie des cyprinoïdes et prennent ensuite un développement spécial qui est général chez les gadoïdes et qui atteint en particulier chez le *Gadus Merluccius* les caractères les plus tranchés. Cet élément transverse aplati comme chez les cyprinoïdes de haut en bas et d'avant en arrière, devient de plus en plus saillant et donne attache à la côte par le tiers externe de son bord postérieur. Il offre de plus cette particularité que vers la treizième abdominale sa base s'échancre et se dédouble en deux apophyses, une beaucoup plus allongée que l'autre continue la série des éléments transverses, tandis que la plus petite, se détachant de la partie postérieure du corps de la vertèbre, s'articule par son bord postérieur avec la partie interne du bord antérieur de la grande expansion latérale de la vertèbre placée derrière. Dans le brosme cet élément est également élargi mais pédiculé à sa naissance, et de la neuvième à la dix-septième vertèbre, les parties inférieures des expansions sont soudées entre elles.

Dans le *Gadus Merluccius*, à partir de la sixième vertèbre, l'élément transverse est aplati, presque aussi large à l'extrémité libre qu'à la base et plié en gouttière du côté inférieur. Dans le *Gadus Molva*, les éléments transverses sont pédiculés, mais ne s'articulent pas entre eux à leur base. Dans la lotte, la base est moins pédiculée, mais non soudée avec les éléments voisins.

Les neurapophyses présentent aussi chez les gadoïdes une disposition qui, sans s'éloigner beaucoup des cyprinoïdes, leur donne aussi un aspect caractéristique, surtout dans quelques espèces. Elles sont d'abord en connexion plus étroite comme chez les cy-

prinoïdes. Cette connexion déjà marquée chez les morues, les lottes, les motelles, s'accentue particulièrement dans les brosmes, les merlans, les phycis. On retrouve surtout dans le dorsch la disposition des lames récurrentes, sur l'anneau vertébral.

Si nous passons aux anguilliformes, nous voyons que si par la forme, la peau, l'absence de cæcums, les formes singulières de la vessie natatoire, Cuvier a cru devoir en faire un ordre particulier, on peut les rattacher à la ligne des gadoïdes par leur colonne vertébrale. C'est particulièrement dans l'élément transverse qu'on retrouve le lien qui rattache les anguilliformes aux malacoptérygiens. On reconnaît dans la base de l'expansion transverse, la division décrite chez le *Gadus pollachius*, seulement ici la plus petite expansion reste libre et forme une seconde apophyse transverse accessoire qui n'est qu'une dépendance de la principale. Nous apercevons aussi dans la première partie du tronc, leur étroite parenté avec les gadoïdes. Mais cette parenté est de moins en moins évidente en allant vers les extrémités modifiables. Sur les murènes, nous retrouvons dans l'élément transverse le roulement en gouttière si prononcé du *Gadus Merluccius*. Chez les synbranches, ces éléments sont plus larges à la base que chez les murènes et s'articulent entre eux; l'enroulement est moins prononcé, mais les lames vertébrales sont plus convexes à leurs bases. Chez le congre, cette disposition de l'élément transverse et de l'épine est encore plus marquée.

C'est particulièrement à propos des anguilliformes qu'il faut bien étudier la composition morphologique de cet élément transverse. Si l'on considère le squelette du congre, on voit qu'il est indispensable de distinguer dans cet élément la nervure médiane, qui fait relief au-dessus de l'expansion transverse, et la lame ellemême. En effet, en arrivant à la dernière partie de la région abdominale, on voit cet élément se dédoubler : la nervure supérieure aplatie se redresse vers les parties latérales et constitue l'élément transverse, tandis que la lame inférieure qui se détache de la nervure se porte de plus en plus vers la ligne médiane et y constitue, en s'accolant par l'extrémité à la lame correspondante, l'arc hématal. Le dédoublement de cet élément transverse permet

aussi de bien expliquer l'accident morphologique qui s'observe dans la première partie du thorax, chez les *Murenophis*. C'est principalement à propos de ces anguilliformes que nous devons faire ici une remarque sur la fausse ressemblance que l'on pourrait trouver à première vue entre ces malacoptérygiens et certains reptiles tels que l'*Amphiuma* et la sirène. Une observation superficielle pourrait assimiler les éléments transverses de ces reptiles à ceux des anguilliformes, mais il suffit de remarquer le mode de connexion des apophyses articulaires antérieures et supérieures, pour retrouver les caractères essentiels des ophidiens, et si dans l'*Amphiuma* on étudie le mode d'apparition de la crête médiane antérieure et inférieure et des crêtes médianes postérieures et inférieures, on voit que leur dérivation est entièrement différente.

Dans les ophisures, on remarque aussi nettement que dans les congres, le dédoublement de l'apophyse transverse vers la queue. Sur le squelette que j'ai sous les yeux les apophyses épineuses sont remplacées par un ruban fibreux continu. Dans les saccopharynx au moins chez les gymnotes, on retrouve bien les dispositions fondamentales des anguilliformes. Je serai moins affirmatif sur un squelette de *Gymnarchus* du Sénégal que j'ai observé au Muséum. J'attends d'avoir observé les squelettes des leptocéphales des donzelles et des équilles pour me fixer sur leurs vrais caractères. On pourrait en attendant respecter la position assignée par Cuvier, sauf pour les leptocéphales qu'il faut provisoirement séparer dans la division des genres complexes.

Pour compléter cette catégorie des gadoïdes dont les anguilliformes dérivent si naturellement, disons que les pleuronectes, par un grand nombre de caractères secondaires, forment un groupe des mieux tranchés et une famille des plus homogènes, mais on ne peut lui donner une position directe dans la dérivation entre les gadoïdes et les anguilliformes. Nous pensons qu'il faut les ranger parallèlement, à partir d'un certain degré de la ligne des gadoïdes presque correspondant à leur passage aux anguilliformes. Leur dérivation des gadoïdes se lit de la façon la plus positive dans la conformation de l'expansion transverse des vertèbres, au niveau de l'abdomen.

Quant aux discoboles, il nous paraît impossible de les conserver comme une simple subdivision des malacoptérygiens subbranchiens au même titre que les pleuronectes. Nous croyons également qu'il est difficile de placer dans la même famille, les échéneis et les cycloptères. J'ai sous les yeux le *Cyclopterus nudus* et l'*Echeneis Naucrates* et je comprend que Cuvier ait hésité à en faire une famille particulière. On pourrait maintenir avec beaucoup de raisons les échéneis, d'ailleurs peu nombreux, entre les anguilliformes d'une part, et les malacoptérygiens subbranchiens et abdominaux d'autre part, à cause des traits squelettiques qui les rapprochent d'une part des siluroïdes et des gadoïdes, et d'autre part des anguilliformes; on leur reconnaît même certaines relations avec plusieurs pharyngiens labyrinthiformes.

Déjà les mammifères nous ont préparé à cette conception des types mixtes; mais on doit s'attendre à ces mélanges, surtout dans la dernière classe des ostéozoaires, où certainement le système osseux doit subir les plus grandes modifications et déviations avant de disparaître; nous avons pu d'ailleurs en juger à la fin des reptiles et batraciens. Il était donc indispensable à propos des poissons de reproduire cette division des types mixtes qui nous a déjà permis d'épurer les lignes homogènes que nous venons de tracer. Je proposerai donc pour plus de netteté de faire pour les discoboles et les leptocéphales ce que nous avons résolu pour les bouches en flûte et la famille des pectorales pédiculées.

Si nous revenons maintenant sur ces trois ordres de malacoptérygiens, nous pourrons en saisir facilement les dérivations naturelles. Disons d'abord que les anguilliformes et les gadoïdes sont unis plus étroitement qu'ils ne le sont aux cyprinoïdes. Quant aux cyprinoïdes nous devons maintenant les examiner par rapport à l'ensemble des malacoptérygiens abdominaux.

Cuvier comprend dans cet ordre les cyprinoïdes, les ésoces, les siluroïdes, les salmones et les clupes. La relation des cyprinoïdes avec les ésoces se lie avec la plus grande facilité dans la connexion de la côte avec l'expansion latérale de la vertèbre, à partir de la 10e vertèbre. Chez les brochets, la facette articulaire est

oblique de haut en bas, et d'arrière en avant. La côte, élargie à son origine, s'effile plus vite que chez la carpe. Dès les premières vertèbres, apparaissent à la base des neurapophyses, les fines épines récurrentes que l'on remarque aussi sur les salmones et les clupes. Chez les salmones il y a plus d'uniformité dans la connexion des côtes, seulement la facette articulaire descend progressivement et découvre le côté du corps des vertèbres.

Pour passer naturellement des cyprinoïdes et des ésoces aux salmones, il faut modifier accessoirement l'ordre suivi par Cuvier et se contenter de placer les characins d'Artedi avant les salmones; et comme les caractères des cyprinoïdes sont encore plus évidents chez les characins que chez les ésoces, je propose l'ordre suivant : après la famille des cyprinoïdes on disposera l'ensemble des malacoptérygiens sur trois lignes de dérivation qui me paraissent devoir faire ressortir les filiations les plus proches. Sous la ligne directe on doit passer des cyprinodons aux salmones, par l'intermédiaire des characins, en terminant par les sternoptyx. En regard, à gauche, on doit ranger les ésoces d'abord et à la suite, les clupes.

Du côté droit je détache les siluroïdes que je fais suivre des malacoptérygiens subbranchiens et apodes. De cette manière on peut lire avec netteté les relations générales des malacoptérygiens.

Pour motiver ce déplacement des siluroïdes nous devons maintenant nous attacher à bien préciser les caractères qui les lient aux gadoïdes.

Si nous étudions les caractères morphologiques de la colonne vertébrale chez les siluroïdes, nous retrouvons dans la première vertèbre, en rapport avec la vessie natatoire, une forme spéciale comme chez les cyprinoïdes. Puis, à partir de la seconde vertèbre, nous observons l'expansion transverse avec des caractères qui la rapprochent des gadoïdes. Les premières côtes s'articulent dans la gouttière même dont elles occupent l'extrémité et elles présentent des expansions en forme de peigne qui établissent entre elles des connexions particulières. L'élément transverse, outre sa gouttière inférieure, présente aussi en avant un sillon formé par le

bord antérieur de l'expansion transverse et par un relief qui, dans les premières vertèbres, s'étend de l'articulation des neurapophyses entre elles, jusqu'au sommet de l'apophyse transverse. Aux neuvième, dizième, onzième vertèbres, le relief s'arrête à la base de l'apophyse transverse. Il faut encore noter la disposition des éléments transverses par rapport aux corps des vertèbres. A la partie antérieure, les apophyses transverses se relèvent en haut et en arrière puis tendent insensiblement vers le plan transversal, il en résulte un évasement caractéristique qui laisse les corps vertébraux libres dans les deux tiers antérieurs de la région abdominale. Chez certains genres, les hétérobranches, la série des corps vertébraux présente quelques traits spécifiques. On doit aussi remarquer que dans l'ensemble des siluroïdes la disposition des apophyses épineuses rappelle celle des cyprinoïdes. Seulement ici la base de la lame vertébrale donne une principale neurapophyse qui se dirige en arrière et une autre épine plus courte dirigée en avant qui s'articule à la fois avec l'apophyse articulaire postérieure et avec le bord de la neurapophyse de la vertèbre placée devant. Entre la partie annulaire de la neurapophyse et l'apophyse articulaire postérieure il y a une échancrure qui d'après cette disposition est convertie en trou par la petite épine récurrente.

En avant, la connexion des anneaux vertébraux est très-étroite; cette connexion est moins intime en arrière, parce que l'épine récurrente n'y atteint plus que l'apophyse articulaire postérieure de la vertèbre placée devant. Cette épine récurrente n'est autre chose qu'une apophyse articulaire antérieure. D'après cet ensemble de caractères on voit que si d'un côté les siluroïdes se distinguent facilement des autres malacoptérygiens abdominaux, ils offrent d'un autre côté des affinités évidentes avec les subbranchiens.

Pour terminer maintenant la coordination des malacoptérygiens, disons d'abord que le passage des ésoces aux clupes par les mormyres, est des plus naturels, mais il faut, parmi les clupes, éliminer les lépidostéidés, les polyptéridés et les amiadés qui appartiennent à un type évidemment distinct. La confrontation du

lépisostée et d'un chirocentre ne peut laisser aucun doute à cet égard. Nous n'insisterons donc pas sur cette incompatibilité de famille qui n'aurait pas dû échapper à Cuvier et qui a dû tenir à des considérations spéciales pleinement contradictoires avec l'ensemble de son excellente méthode. Agassiz fit bien ressortir cette opposition qui se lit avec la plus grande facilité dans la comparaison du centre vertébral de ces trois genres avec le reste des clupes. Enfin pour l'arrangement des subbranchiens et des apodes nous devons faire une dernière remarque sur la disposition la plus convenable à leur donner dans un tableau méthodique des poissons.

L'affinité des pleuronectes avec les gades est évidente; on peut les considérer comme des gades aplatis et déformés dans le sens latéral. L'affinité des anguilliformes ne l'est pas moins; ils représentent la modification dans le sens longitudinal. Nous retrouvons ici la manifestation de cette loi morphologique mise en lumière chez les scombéroïdes et en vertu de laquelle la forme la plus normale se modifie dans tous les sens tout en continuant la symétrie indispensable aux conditions élémentaires de l'équilibre aquatique. Donc, au-dessous des gades, nous rangeons sur deux lignes les pleuronectes et les anguilliformes. Mais pour ceux-ci nous proposerons encore une disposition qui permettra de lire les trois formes génériques auxquelles on peut les rattacher.

Pour saisir nettement les trois manifestations morphologiques de la colonne vertébrale chez les anguilliformes, il faut mettre en regard l'anguille, le synbranche et le congre. Chez l'anguille, l'apophyse transverse, large, dédoublée à sa base, porte à son extrémité des arêtes fines. Une autre série de fines arêtes s'observe à la base des neurapophyses. Chez le synbranche les apophyses transverses simples sont réunies entre elles à leur base. Si l'on regarde l'ensemble de l'épine par la face ventrale, les vertèbres et leurs expansions latérales forment une série uniforme de losanges. Ces expansions ne se réunissent en dessous pour former l'arc hématal que vers le cinquième postérieur de la colonne vertébrale. A partir de ce point l'élément se dédouble de manière à fournir une légère crête latérale sur la partie caudale. Même disposition chez

la *Muræna serpens*, sauf que le dédoublement commence vers le milieu de l'épine et que la crête latérale est mieux prononcée. Chez le congre, la morphologie de la région abdominale est plus variée, nous n'y trouvons pas cette uniformité d'aspect du synbranche. L'élément transverse est plus délié et prolongé en pointe, et ce n'est que vers la 18e vertèbre que nous voyons la disposition en losange. L'élément transverse présente en outre un relief sur le milieu de la face supérieure. La *Murenophis helena* et la murenophis du Brésil sont dans le même cas.

Quant aux gymnotes, ils offrent encore une manifestation spéciale qui vient encore s'ajouter à toutes leurs particularités physiologiques.

Je n'ai pu observer les squelettes du sphagebranche, du monoptère et de beaucoup d'autres anguilliformes mais, d'après les caractères que je viens d'indiquer, il sera toujours possible de mettre un certain ordre dans ce groupe, du moment où l'on aura sous les yeux des squelettes bien préparés. Il suffira de les rapprocher de l'anguille, du congre, du synbranche ou du gymnote, c'est donc dans cet ordre que nous les présenterons.

Il ne nous reste plus maintenant, pour terminer cette révision des poissons osseux, qu'à déterminer la situation des lophobranches et des plectognathes.

Auguste Duméril a rassemblé dans sa quatrième sous-classe, tous les documents que nous possédons sur les lophobranches. J'espérais trouver dans ce travail consciencieux, des observations nouvelles sur les parties centrales du squelette des pégases et des syngnathes, mais ces nouveaux documents manquent encore à l'ichthyologie pour déterminer rigoureusement les affinités les plus prochaines de ce cinquième ordre de Cuvier. A. Duméril se contente de dire que le squelette des lophobranches ne diffère en rien d'essentiel de celui des poissons osseux.

En attendant qu'une analyse rigoureuse du centre vertébral soit faite, nous placerons les lophobranches dans la division des formations complexes, nous fondant sur les singularités de forme et de mouvement que nous rencontrons dans cet ordre.

Quant aux plectognathes, sans attacher une très-grande impor-

tance au caractère spécial qui a servi de base à leur séparation, nous pensons que d'après l'excellent travail de Hollard, nous pouvons conserver ce groupe de Cuvier en le rattachant à la ligne directe des sparoïdes, en commençant par les sclérodermes et terminant par les gymnodontes où l'on peut noter les modifications et altérations morphologiques les plus profondes. Ainsi se trouve accompli sans autre obscurité que celle qui résulte du défaut des préparations ostéologiques, l'arrangement méthodique des poissons osseux, où nous avons par quelques améliorations secondaires restauré les principales vues de Cuvier.

Pour compléter cette révision générale des types ichthyologiques, nous avons maintenant à coordonner les élasmobranches par rapport à un ou plusieurs types, en les faisant précéder par l'appréciation d'un certain nombres de formes complexes, qui à la suite des grands travaux d'Agassiz, ont été rassemblées sous la dénomination artificielle de ganoïdes.

Je ne vois aucun inconvénient à conserver cette sous-classe, avec les réductions adoptées par A. Duméril, mais c'est à la condition de laisser en blanc le type défini dont on peut déduire les ganoïdes.

Nous allons voir en effet qu'il est impossible, d'après l'inspection des parties fondamentales du squelette, de placer sur la même ligne, les différents chondrostés et holostés classés par A. Duméril.

Nous savons que depuis les restrictions faites par M. Agassiz dans sa classification de 1857, le groupe des ganoïdes composé de cinq familles les polyptéridés, les lépidostéidés et les amiadés qui sont osseux, les acipenséridés et les polyodontidés qui sont cartilagineux, a été maintenu d'après un certain nombre de caractères anatomiques empruntés au cœur et au bulbe artériel, aux organes de la respiration, au tube digestif, aux organes sexuels, à l'encéphale et à la disposition des nerfs optiques. Nous devons vérifier jusqu'à quel point la distinction de ce groupe est confirmée par l'étude des parties profondes du squelette. Cette étude a été résumée en partie par A. Duméril d'après Agassiz, Traquair, Muller et Kölliker.

Le *Polypterus bichir* a 67 vertèbres, 51 abdominales et 16 cau-

dales; sauf les quatre ou cinq dernières, elles sont creusées d'excavations sur la face inférieure et sur les côtés de la pièce centrale. Les neurapophyses sont fixées au corps de la vertèbre par une simple articulation ligamenteuse, à la manière des os en V sous la queue des crocodiles. Les apophyses transverses, qui manquent à la région caudale, sont soudées au corps des vertèbres et dirigées horizontalement en dehors, elles portent, à leur face inférieure, des tiges osseuses comparables aux arêtes intermusculaires, inclinées en arrière et en bas, et d'autant plus longues qu'elles se rapprochent davantage de la queue. A la région antérieure, ces côtes accessoires s'insèrent à la base des apophyses, puis elles gagnent insensiblement leur extrémité qu'elles atteignent vers la 45e vertèbre. Les vraies côtes s'articulent sur l'extrémité des apophyses transverses; elles ont leur maximum de longueur vers le milieu du corps, leur extrémité libre est renflée. Les hémapophyses n'apparaissent qu'à la région caudale elles sont simplement articulées au corps de la vertèbre sans qu'il y ait soudure, comme pour les neurapophyses.

Chez les lépisostés, les vertèbres sont en nombre variable. Les corps des vertèbres, dans la région abdominale, sont allongés et peu déprimés. Des deux côtés on observe une arête horizontale, qui vers la partie antérieure de la vertèbre s'allonge latéralement pour former un processus plat et assez grêle, sur lequel se fixent les côtes. A la face inférieure on observe une arête longitudinale prononcée, à côté de laquelle se remarquent des enfoncements quelquefois assez grands pour pénétrer la vertèbre de part en part Les neurapophyses forment au-dessus des corps un canal large à la base, à parois minces et transparentes, au-dessus du canal, les processus épineux s'écartent de nouveau et se continuent obliquement en arrière en deux arêtes qui s'appliquent sur le bord antérieur et supérieur de l'anneau rachidien de la vertèbre suivante. Les hémapophyses sont absentes; ce qui vient ajouter à la spécialité de ce genre, c'est que les corps vertébraux au lieu d'être creusés en double cône, comme chez tous les poissons, présentent en avant une surface articulaire arrondie, et en arrière, une cavité glénoïde comme chez les reptiles. Il faut encore remarquer

sur ce squelette les osselets interapophysaires et un degré d'hétérocercie plus marqué que chez le polyptère.

D'après ce premier rapprochement il est difficile d'établir entre les polyptéridés et les lépidostéidés des liens de famille bien étroits. Les différences sont encore plus sensibles si nous examinons les amiadés. Nous devons d'abord rappeler la disposition toute spéciale des vertèbres intercalaires signalées par Franque et examinées par Hyrtl et Stannius. De plus les apophyses supérieures de la région dorsale sont articulées avec les corps des vertèbres par l'intermédiaire d'un tissu cartilagineux contenu dans une petite fossette. Chaque neurapophyse répond à deux vertèbres sauf à la région caudale où elles reposent sur le corps de chaque vertèbre normale.

Les apophyses transverses manquent aux trois premières vertèbres; à partir de la quatrième un tubercule apparaît, et dans toute la région abdominale, les apophyses portent des côtes. A la région caudale les apophyses s'inclinent en bas pour former le canal des vaisseaux. La partie caudale de la colonne vertébrale se termine de manière à donner une hétérocercie très-prononcée et un grand développement de l'extrémité cartilagineuse du rachis. Relativement aux vertèbres intercalaires je ne sais si leur forme et leurs connexions ont donné lieu à un nouveau rapprochement entre les ganoïdes et les reptiles. Ne les ayant pas observées moi-même je ne puis dire si cette disposition est une reproduction de ce que nous avons décrit dans le type lacertien à propos de la coordination des reptiles.

Si nous passons aux ganoïdes cartilagineux nous retrouvons la même spécialité chez l'esturgeon. Le centre rachidien reste à l'état de corde dorsale se terminant en pointe en avant dans l'intérieur du crâne, en arrière dans l'extrémité de la queue. Cette corde est en connexion avec les neurapophyses et les hæmapophyses, et nous trouvons ici des manifestations morphologiques que nous décrirons plus loin à propos des plagiostomes.

En somme il est impossible d'établir dans ce groupe des ganoïdes l'homogénéité typique qui nous a permis de coordonner l'ensemble des acanthoptérygiens et des malacoptérygiens; nous

le conserverons néanmoins comme fournissant des traits morphologiques intermédiaires entre les osseux et les cartilagineux, sans nous dissimuler la spécialité de leurs caractères, et en reconnaissant une vue plus générale d'après laquelle, sur l'indice un peu arbitraire de la structure des écailles, on peut entrevoir que les ganoïdes vivants ne seraient que les restes épars d'un grand nombre de familles éteintes.

Pour terminer cette nouvelle coordination il ne nous reste plus qu'à déterminer les formes typiques des sélaciens et des chimères. En attendant de présenter nous-même, à propos de la théorie du squelette, une appréciation particulière des vertèbres chez les plagiostomes, nous nous servirons des analyses précises de Müller reproduites par A. Duméril.

Les corps vertébraux chez les squales sont creusés, comme chez les autres poissons, de deux cavités coniques terminales, sans avoir aussi manifestement la forme de sablier et sans qu'il y ait communication par une ouverture entre les sommets des cônes. Au-dessus des corps naissent deux cartilages dits *cruraux* destinés à la formation de l'arc vertébral. Entre ces cartilages, d'autres s'intercalent; ils portent le nom de cartilages *intercruraux;* ils procèdent du tissu fibro-cartilagineux qui sépare les vertèbres; leur base est étroite et ils vont en s'élargissant. Ces deux rangées de cartilages s'élèvent à la manière des neurapophyses et en se rapprochant par leur extrémité forment le canal vertébral. Dans les genres *Scyllium*, *Squatina*, *Mustelus*, etc., on retrouve à la réunion des cruraux et intercruraux une autre pièce cartilagineuse, les *surcruraux*.

Au-dessous du corps des vertèbres, naissent dans l'épaisseur même de la pièce centrale les cartilages transverses dirigés en bas et en dehors. Au delà du cloaque, ces cartilages se réunissent pour former l'arc hématal. Les cartilages costaux étendus en bas et en avant, de forme quadrilatère, sont en contact immédiat avec les corps vertébraux dans le genre *Alopias*. A la région abdominale, leur angle le plus élevé étant appuyé sur le tissu fibro-cartilagineux intervertébral, ils remplissent les espaces triangulaires compris entre les cartilages transverses. Chez les roussettes, les

cartilages costaux s'articulent uniquement avec le cartilage transverse.

Chez les raies, les vertèbres ne sont pas composées du même nombre de pièces aux régions antérieure et postérieure du rachis. En avant les cruraux sont peu développés tandis que les intercruraux se portent en haut et forment l'arc vertébral. En arrière, les intercruraux disparaissent. Le canal vertébral est formé par des surcruraux. D'autres particularités se remarquent pour les cartilages transverses, chez le *Rhynchobatus lævis;* mais il est difficile, malgré la diversité de la forme générale du squelette, de ne pas saisir la relation étroite qui doit réunir les raies à la suite des squales. Pour achever de caractériser ce type, notons aussi les trous d'émergence qu'on remarque sur les cruraux et les intercruraux et qui établissent l'indépendance des deux racines de chaque cordon nerveux, disposition qu'on ne rencontre que chez les genres *Perca*, *Pleuronectes*, *Silurus*, *Cyprinus*, *Esox* et *Salmo*.

Sous le rapport du degré d'ossification, Muller a dressé un tableau qui, d'après nos vues précédentes, doit être pris en considération dans l'arrangement des élasmobranches. A un premier degré, la vertèbre reste cartilagineuse pendant toute la durée de la vie : *Echinorinus*, *Notidanus*. Au second degré le tissu osseux forme : des couches à demi ossifiées alternant avec des couches cartilagineuses, genre *Squatina;* la partie centrale du corps et la couche mince qui limite les cavités coniques antérieure et postérieure du corps, genres *Acanthias*, *Spinax*, *Centrina;* un recouvrement pour tous les cartilages, genre *Scymnus*. Au degré le plus avancé, les corps vertébraux sont osseux, mais les racines des cartilages cruraux et transverses restent cartilagineuses. Le reste du corps de la vertèbre est lisse et dépourvu de sillons longitudinaux dans les genres *Scyllium*, *Carcharias*, *Zygæna*, *Mustelas*, *Galeus*, *Galeocerdo;* il est sillonné par des fissures longitudinales remplies de cartilage, dans les genres *Lamna*, *Selache*, *Alopias*, *Oxyrhina*, *Carcharodon*. Ces caractères, combinés avec ceux du degré de perfectionnement de l'ensemble de la colonne vertébrale, doivent en effet être pris en considération.

La distinction des holocéphales ne saurait donner lieu à un nouveau type, et nous ne verrons dans les chimères qu'une simplification du type des plagiostomes : leur corde dorsale indivise, formée d'une substance gélatineuse, se prolonge sans interruption dans toute la longueur du rachis. Elle est entourée d'une enveloppe fibreuse à fibres circulaires que protége, dans une grande partie de son étendue, une série d'anneaux cartilagineux réunis par du tissu fibreux qui forme seul l'étui protecteur à l'extrémité terminale du tronc et de la queue.

Ces anneaux cartilagineux, rudiments des corps vertébraux auxquels s'ajoutent les cartilages cruraux, intercruraux et transverses, sont très-étroits, on en compte douze à quatorze par centimètre de longueur.

Arrivés à ce degré de simplification, nous pouvons rejeter dans la division des formations complexes les cyclostomes et les amphioxes, qui sont la dernière expression des ostéozoaires, et dont l'étude spéciale sera reprise à propos de la théorie du squelette.

Nous avons suivi dans les développements précédents une marche assez précise pour qu'il soit inutile de présenter ici un résumé de notre travail.

Le tableau suivant en est d'ailleurs la condensation exacte, et pour le faire entrer dans les études courantes, j'y conserverai le plus possible pour l'ensemble des poissons les dénominations de Cuvier, et pour les poissons cartilagineux celles d'A. Duméril.

TABLEAU

Perche.

Bars.
Varioles.
Centropomes.
Grammistes.
Aprons.
Apogons.
Ambattes.
Sandres.
Serrans et *Plectropomes.*
Diacopes.
Mesoprions.
Gremilles.
Savonniers.
Cerniers.
Centropristes.
Growlers.
Cirrhites et *Chironèmes.*
Pomotis et *Centrarchus.*
Priacanthes.
Doules.
Therapons, Pelates, Helotes.
Trichodons.
Sillago.
Trachichtes.
Beryx.
Myripristis.
Holocentrum.

Dérivations naturelles.

Mulles.
Polynèmes.
Upeneus.
Paralepis.
Sphyrènes.

Vives.
Percis.
Pinguipes.
Percophis.
Uranoscopes.

SCOMBÉROÏDES.

Scombres.
Thons.
Germons.
Bonites.
Pelamides.
Tassarols.
Auxides.
Thyrsites.
Gempyles.
Espadons.
Tetraptures.
Makaira.
Voiliers.
Caranx.
Serioles.
Temnodons.
Pasteurs.
Coryphènes.
Centronotes.

SCIÉNOÏDES.

Sciènes.
Chevaliers.
Gorettes.
Pristipomes.
Diagrammes.
Lobotes.
Cheilodactyles.
Scoloptides.
Microptères.
Amphiprions.
Premnades.
Dascyles.
Heliases.
Pomacentres.
Glyphisodons.

JOUES CUIRASSÉES.

SCORPÈNES.

Pterois.
Blepsias.
Apistes.
Agriopes.
Pélors.
Synancées.
Lépisacanthes.

TRIGLES.

Dactyloptères.
Cephalacanthes.
Malarmats.
Prionotes.

Carangues.
Citules.
Stromatées.
Kurtes.
Castagnoles.
Vomers.
Zeus.

SPAROÏDES.

Spares.
Sargues.
Daurades.
Pagres.
Pagels.
Dentes.
Pentapodes
Lethrinus.
Canthères.
Bogues.
Oblades.

MÉNIDES.

Mendoles.
Picarels.
Cæsio.
Gerres.

SQUAMMIPENNES.

Chætodons.
Psettus.
Pimeloptères.
Diptérodons.
Pemphérides.
Archers.

THEUTYES.

Sidjans.
Acanthures.
Prionures.
Nasons.
Axinures.
Priodons.

PLECTOGNATHES.

Sclerodermes.
Gymnodontes.

COTTES.

Platycephales.
Hémitriptères.
Hemilépidotes.

Épinoches.

Oréosomes.

Formations complètes.

Rhinchobdelles.

Notacanthes.

Lépidopes.
Trichiures.
Gymnètres.
Styléphores.
Rubans.
Lophotes.

Muge.

Tétragonures.
Athérines.
Callionymes.
Coméphores.
Éléotris.
Platyptères.
Trichonotes.
Gobies.
Blennies.
Pholis.
Myxodes.
Salarias.
Clinus.
Cirrhibarbes.
Gonnelles.
Opistognathes.
Zoarées.

Chirus.

Anarrhicas.

LABROÏDES.

Labres.
Chélines.
Capitaines.
Girelles.
Anampsès.
Crenilabres.
Subrets.
Filous.
Cleptiques.
Gomphoses.
Rasons.
Chromis.
Cychles.
Plesiops.
Malacanthes.
Scares.
Calliodons.
Odax.

PHARYNG[illegible]
LABYRINTH[illegible]

Anabas.
Macrop[illegible]
Polyca[illegible]
Helo[illegible]
Tricho[illegible]
Spirob[illegible]
Osphr[illegible]
Ophic[illegible]

PECTORALES PÉDICULÉS.

Baudroies.
Batracoïdes

BOUCHES EN FLÛTE.

Fistulaires.
Centrisques.

OLOGIQUES.

Carpe.

Cyprins.
Carpes.
Tanches.
Barbeaux.
Goujons.
Cirrhines.
Brèmes.
Labéons.
Catostomes.
Ables.
Chela.
Gonorhinques.
Loches.
Anableps.
Pœcilies.
Lebias.
Fondules.
Molinesia.
Cyprinodons.

SOCES.

Brochets.
Galaxies.
Alépocéphales.
Microstomes.
Chauliodes.
Salanx.
Orphies.
Scombresoces.
Demi-becs.

Exocets.

Mormyres.

CHARACINS.

Curimates.
Anostomes.
Serpes.
Piabuques.
Serrasalmes.
Tétragonoptères.
Chalceus.
Raüs.
Hydrocins.
Citharines.
Saurus.
Scopèles.
Aulopes.
Salmones.
Saumons.
Éperlans.
Loddes.
Ombres.
Lavarets.
Argentines.
Sternoptyx.

SILUROÏDES.

Silures.
Machoirans.
Pimelodes.
Doras.
Hétérobranches.
Macropteronotes.
Platoses.
Callichtes.
Malaptérures.
Asprèdes.
Loricaires.

GADOÏDES.

Gades.
Morues.
Merlans.
Merluches.
Motelles.
Brosmes.
Brotules.
Phycis.
Raniceps.
Grenadiers.

PLEURONECTES.

Plies.
Flétans.
Turbots.
Soles.
Monschires.
Achires.
Plagusies.

ANGUILLIFORMES.

Anguilles.
Murenophis colubrina.
Gymnarchus.
Synbranches.
Ophisures.
Serpent de mer.
Saccopharynx.

Gymnotes.

Congres.
Murenophis Helena.
Donzelles.
Équilles.

GANOÏDES.

Polyptéridés.

Lépidostéidés.

Amiadés.

Acipensëridés.

Polyodontidés.

Requin.

SQUALES.

Roussettes.
Milandres
Émissoles.
Grisets.
Pèlerins.
Cestracions.
Aiguillats.
Humantins.
Leiches.
Marteaux.
Anges.
Scies.

RAIES.

Rhinobates.
Rhina.
Torpilles.
Pastenagues.
Anacanthes.
Mourines.
Rhinoptères.
Céphaloptères.

Chimères.

Échénéis.

DISCOBOLES.

Cycloptères.

Leptocéphales.

LOPHOBRANCHES.

Pégasidés.
Prostomidés.

LEPIDOSIRÉNIENS.

Lépidosirénes.
Protopterus.

CYCLOSTOMES.

AMPHIOXUS.

SUR

L'EXSUDATION ET LES EXSUDATS

Par M. Ch. ROBIN.

Dans l'étude des humeurs (1) on ne saurait éviter de traiter ce qu'on a nommé des *exsudats*. Disons de suite qu'il y a des phénomènes d'*exsudation* ou *transsudation*, c'est-à-dire d'issue hors des capillaires de certains des principes du plasma; que ces principes diffèrent plus ou moins suivant la nature des tissus où se passe le phénomène et dans chacun d'eux suivant les condtions de circulation et de composition immédiate du sang qui cède ces principes; que ce ne sont pas que des éléments anatomiques figurés qui sortent, mais des principes immédiats qui ne sont plus associés au dehors du capillaire comme ils l'étaient dans le plasma; qu'il est des cas dans lesquels ces derniers sont associés en matières plus fluides que le plasma (liquides des œdèmes, etc.) ou au contraire se coagulent aussitôt (fibrine diphthéritique); que ces cas-là ne doivent pas être confondus avec ceux dans lesquels les principes immédiats (blastèmes) s'associent en éléments anatomiques nucléaires (2), cellulaires, ou en substances amorphes, bien que dans les unes ou les autres de ces circonstances il y ait eu issue molécule à molécule de principes albuminoïdes ou autres au travers de la paroi propre des capillaires. Mais s'il y a des phénomènes de transsudation offrant en cela des points communs, les conditions extrinsèques diverses rappelées plus haut sont telles que les résultats de la transsudation sont très-différents de l'une à l'autre de ces circonstances. Dans les unes, en effet, le produit est un liquide d'origine organique, mais non organisé, dans

(1) Ce travail est extrait de la deuxième édition de mes *Leçons sur les humeurs* actuellement en cours d'impression, pour paraître en février prochain.

(2) Voy. *Anatomie et physiologie cellulaires*. Paris, 1873, p. 13.

les autres ce sont des tissus plus ou moins solides. En d'autres termes, ce que l'on nomme des *exsudats* ne forme pas un groupe naturel contenant des espèces plus ou moins analogues, comme le font les sérosités, les mucus, etc.

Le véritable sens du mot *exsudation* est celui que lui donnaient les auteurs anciens, qui appelaient ainsi tout suintement ou sudation hors des vaisseaux (*transsudation*) et qui appelaient *exsudat* le produit de cette action.

Le type des *exsudations* est manifestement celle qui a lieu dans les diverses variétés d'œdèmes ; telle est celle qu'on obtient en liant une veine ou des lymphatiques et dont on voit l'*exsudat* manifester graduellement sa présence sous le microscope par l'écartement de plus en plus prononcé des fibres lamineuses et des capillaires primitivement contigus auxquels il s'interpose en amenant ainsi l'augmentation de masse, l'épaississement du tissu par sa permanence en ce point. Tels sont encore les œdèmes interstitiels si variés, suite des troubles circulatoires d'origine paralytique, cardiaques, inflammatoires et de tant d'autres causes, sans parler des cas dans lesquels il y a en même temps altération du plasma, comme lors des inoculations charbonneuses, des morsures venimeuses, etc. Sous le rapport des actions physiologiques qui amènent ainsi la production hors des vaisseaux de liquides accidentels différant du plasma dont leurs principes proviennent, les diverses variétés de sérosités des affections vésiculeuses et phlycténoïdes doivent être rapprochées de celles de l'œdème ; avec cette particularité toutefois, que la présence de l'épithélium influe sur cette exsudation superficielle au point de faire que les exsudats diffèrent ici sensiblement des premiers. C'est ce que montre aisément la comparaison du liquide de l'œdème à celui des vésicatoires ou même simplement à celui des diverses séreuses au point de vue de leur constitution propre.

Il est bien certain que dans les séreuses et sur les muqueuses à épithélium trop mince pour qu'il puisse se soulever et retenir dans une ampoule le fluide exsudé par les réseaux superficiels, il doit y avoir étalement et écoulement de liquides analogues aux précé-

dents lorsque surviennent des troubles circulatoires de même ordre que ceux dont il vient d'être parlé.

Tout le monde connaît les exsudations produites comme les précédentes à la surface des plaies, mais là sans influence des épithéliums (sauf le cas des ulcères épidermiques) et avec plus ou moins de mélange direct à du sang.

De la production, soit interstitielle, soit superficielle, de ces fluides séreux, à celle des matières liquides ou demi-liquides à l'aide et aux dépens desquelles naissent des cellules, telles que les leucocytes ou autres, il n'y a qu'un pas; c'est-à-dire qu'il n'y a de différence que dans les conditions de circulation, d'état du plasma et des éléments anatomiques extravasculaires qui causent certaines différences aussi dans la constitution des fluides, de telle sorte que les unes sont inaptes, les autres aptes à servir de milieu pour la genèse des éléments anatomiques, qui en un mot sont les uns de pures sérosités et les autres des *blastèmes* ou *lymphes plasmatiques*.

La substance qui a reçu le nom de *lymphe plastique* est le *médium unissant* de Hunter (*Traité du sang*, etc., 1794, 2e partie; *De la réunion par première intention :* Œuvres complètes, trad. franç. Paris, t. III, p. 289), et *lymphe coagulable ou coagulante extravasée*. — « La lymphe coagulable extravasée, qui produit l'adhérence ou les tumeurs, participe toujours de la nature des solides malades qui l'ont sécrétée. S'ils sont atteints d'une disposition syphilitique, la nouvelle substance possède le même caractère ; s'ils sont cancéreux, la matière épanchée est cancéreuse. » (Hunter, *Leçons sur les principes de la chirurgie*. *Ibid.*, t. I, p. 420.) C'est aussi l'*humeur plastique* de de Blainville (*Cours de physiologie*. Paris, 1833, in-8, t. I, p. 176). Elle se présente à l'état d'une substance liquide devenant bientôt demi-liquide, offrant l'aspect d'un suintement ou d'un léger vernis transparent, un peu brillant à sa surface, et pouvant former une couche épaisse de 1/10 à 1/2 millimètre. Portée sous le microscope, celle-ci se montre à l'état de matière homogène, déjà parsemée de fines granulations, la plupart grisâtres, et d'autres

sont jaunâtres quand elle a été prise sur le cadavre. Il y a toujours des hématies englobées dans l'épaisseur de cette substance; elles proviennent du sang qui s'est écoulé ou s'échappe encore des capillaires qui ne sont pas resserrés ou non oblitérés; mais on n'y observe pas de fibrine. Ce qui a fait croire à tort à l'existence de ce principe comme partie dominante dans cette couche, c'est l'état demi-liquide que cette dernière offre dès son apparition avec augmentation graduelle de sa solidité à mesure qu'a lieu la production d'éléments anatomiques dans son épaisseur. On rencontre souvent de très-petits caillots fibrineux englobant ou non des hématies toutes les fois qu'on fait une préparation de cette couche en raclant la surface d'une plaie; mais ils proviennent du sang mal détergé qui se trouve retenu par les irrégularités de celle-ci. Ils se distinguent facilement de l'exsudat par leur état fibrillaire et non homogène; de plus ils renferment une plus grande quantité de globules sanguins et ils ont une plus grande solidité. Bientôt, dans cette substance naissent des noyaux et des cellules fibro-plastiques d'abord et leurs fibres lamineuses; des capillaires se prolongent en même temps entre ces éléments. Ce fait, lorsqu'il a lieu dans cette couche interposée aux deux surfaces d'une plaie qui ont été amenées au contact l'une de l'autre, caractérise d'une part ce qu'on entend par passage de l'exsudat à un état d'organisation plus avancé, et d'autre part ce qu'on nomme la *réunion*, ou *cicatrisation immédiate* ou *par première intention*. Il y a en effet juxtaposition, molécule à molécule, de chaque surface de la plaie avec l'exsudat qui les tapisse, et qui non-seulement est visible sur les tissus coupés, mais encore à une certaine profondeur entre les extrémités tranchées de leurs éléments. Dès lors les éléments qui naissent rapidement (voyez *Anatomie cellulaire*, p. 13), presque contigus les uns aux autres dès le début de leur apparition, établissent une union intime entre les deux parties divisées; union dont la solidité est en rapport avec la quantité des éléments anatomiques de nouvelle génération qu'on trouve toujours dans cet exsudat dès le début de sa production. Cette union des éléments anatomiques juxtaposés

a pour résultat la constitution d'un tissu cicatriciel originel d'autant plus mou et d'autant plus friable, qu'un plus grand nombre de ces éléments restent encore à l'état de noyau ; d'autant plus résistant, qu'un plus grand nombre d'entre ceux-ci sont déjà devenus le centre de la génération d'éléments ayant forme de fibres, qu'un plus grand nombre de capillaires se sont produits (par prolongements en cul-de-sac de certains points de la paroi des capillaires les plus voisins du tissu coupé, jusqu'à rencontre, puis anastomose avec des prolongements semblables). On trouve pendant plusieurs jours, entre ces divers éléments, une petite quantité de la substance amorphe qui, quelques heures après la mort, après la cessation de la rénovation moléculaire continue, se liquéfie complétement. Par suite de ce phénomène les éléments récemment nés se séparent les uns des autres, le tissu nouvellement formé perd toute consistance et les parties qu'il tenait rapprochées s'écartent. Aussi est-on toujours surpris de voir combien, peu de temps après la mort, change d'aspect le tissu en voie de régénération, c'est-à-dire l'ensemble de la plaie, des *bourgeons charnus*.

Quoi que puissent faire soutenir certaines hypothèses sur ce qui concerne l'absence de toute substance organisée à l'état amorphe, l'observation des tissus frais ou même durcis en montre la présence constante en petite quantité entre les noyaux et plus tard entre les cellules fusiformes et les fibrilles du tissu cellulaire des *bourgeons charnus*, dans les néo-membranes des séreuses, et ailleurs durant les phénomènes inflammatoires aigus ou chroniques. Elle se présente à l'état de substance homogène demi-liquide, interposée aux éléments anatomiques qu'elle tient écartés les uns des autres ; cette substance peut être liquide, incolore, ainsi qu'on le voit dans les tissus devenus rénitents des organes atteints de phlegmon et n'ayant pas encore suppuré ; elle peut, au contraire, sur le cadavre être demi-transparente, soit blanchâtre, soit un peu jaunâtre, ce qui est dû à ce qu'elle englobe des granulations moléculaires grisâtres ou jaunâtres lorsqu'elles sont vues par lumière transmise, et blanchâtres si on les examine

à l'aide de la lumière réfléchie. Elle présente particulièrement l'aspect qui vient d'être décrit dans les tissus dits *engorgés*, par suite de son apparition entre leurs éléments dans la pustule maligne, etc. Elle peut quelquefois être demi-solide; c'est ce qu'on observe surtout dans les portions de tissu devenues plus fermes, plus rénitentes, qui limitent la cavité des abcès ou qui avoisinent les parties enflammées d'une manière aiguë ou chronique (poumon, rein, glandes, tissu lamineux). Elle est dans ce cas homogène, amorphe, incolore, grisâtre, demi-transparente, rosée ou jaunâtre, d'aspect presque gélatiniforme, et ordinairement elle contient quelques granulations grisâtres de nature azotée ou d'autres plus grosses et graisseuses; on désigne souvent l'état d'interposition entre les éléments anatomiques, dans les interstices desquels se sont produites ces granulations, par le mot *infiltration*, qui semble supposer que, formées dans un point, elles se sont progressivement introduites entre les éléments avoisinants en les écartant un peu. Dans le cas des *bourgeons charnus*, etc., la résorption molécule à molécule de cette substance, interposée aux noyaux, cellules, fibres, etc., joue le principal rôle dans le retrait des cicatrices après leur achèvement.

Il faut noter que sur les pièces durcies par l'acide chromique et les chromates, par l'alcool surtout, la perte d'eau qu'elle subit en réduit tellement la masse, qu'elle devient insaisissable ou à peu près sous le microscope entre les éléments dont l'écartement permettait avant de constater sa présence.

Il est incontestablement des cas dans lesquels, en dehors de tout fait de génération d'éléments anatomiques au milieu de ces substances, elles prennent graduellement une consistance de plus en plus grande, tandis que dans d'autres, non cadavériques même, elles passent à un plus grand état de fluidité.

Or, ces substances sans configurations déterminées liquides ou demi-solides, exsudées par les vaisseaux, après avoir été niées par ceux qui faisaient tout provenir dans l'économie d'une prolifération directe de cellules préexistantes, se trouvent aujourd'hui réadmises par ceux mêmes qui en avaient méconnu l'existence.

Qui plus est, la réadmission de leur existence est poussée si loin que ces *exsudats* ou *infiltrations inflammatoires* ou *plastiques*, qui *transsudent des vaisseaux* et *infiltrent les tissus* et deviennent l'*origine des néo-formations inflammatoires*, sont dits consister surtout en leucocytes (*cellules embryonnaires*. Le reste est dit formé par le liquide qui du sang est passé dans les tissus malades ou à leur surface. Cet exsudat est considéré, pour ce qui concerne les séreuses du moins, comme composé des mêmes principes que le plasma sanguin, mais dans d'autres proportions.

On prétend que l'albumine s'y trouve en quantité tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle qui existe dans le sang ; que la *fibrine d'exsudation* ou *exsudat fibrineux* en particulier y est *réellement la fibrine venue du sang* et constitue la *partie réellement solidifiable de l'exsudat* (1).

Mais rien d'aussi peu exact que cette indication de la présence de la fibrine dans ces exsudations inflammatoires ordinaires.

L'ouverture des animaux atteints de péritonite faite aussitôt qu'on les tue montre qu'il y a deux sortes d'exsudations dans les séreuses à ce point de vue :

1° Les plus fréquentes sont celles dans lesquelles il n'y a pas de fibrine. Elles constituent des couches molles, glutineuses, transparentes, soit incolores, soit légèrement grisâtres, rosées ou non, dont l'épaisseur peut égaler ou dépasser du double au quadruple celle de la séreuse sous-jacente. Il n'y a pas plus de fibrine là qu'il n'y en a soit dans le sang, soit dans la sérosité de la cavité dont elles tapissent la paroi.

Mais dans la couche exsudée il peut s'en former plus ou moins tard après la mort, comme il s'en forme dans le sang et dans la sérosité lors de leur coagulation, mais ce fait n'est pas si commun que celui dans lequel la substance exsudée, soit encore seule, soit déjà interposée à des leucocytes et à des noyaux du tissu cellulaire, reste homogène ou devient finement grenue, comme pre-

(1) Voyez Rindfleisch, *Histologie pathologique*, trad. franç., 1873, p. 95 et 274; voy. aussi dans Ch. Robin, *Anatomie et physiologie cellulaires*, p. 632.

mier signe de son passage à l'état cadavérique (1). On peut constater aussi cette particularité, que ces néo-membranes commençantes se ramollissent à mesure qu'on s'éloigne du moment de la mort, au lieu de devenir plus fermes comme dans les cas où de la fibrine se forme dans leur épaisseur, ou, pour être réellement exact, à leur surface.

Ce sont là les couches qui, communes aux deux faces de la séreuse normalement adossées auxquelles elles s'interposent, perdent de plus en plus leur aspect homogène pour devenir de plus en plus fibrillaires, extensibles, résistantes, en raison de la genèse des fibres lamineuses et de l'extension des capillaires qui en font des néo-membranes, en même temps que diminuent les proportions de la substance homogène amorphe nullement fibrineuse.

2° Les cas dans lesquels on trouve de la fibrine sur l'animal vivant sont les seuls dont il y ait lieu de tenir compte au point de vue du rôle que peut jouer ce composé dans la constitution et le développement des exsudats; car, d'après Rindfleisch et autres, la fibrine formerait la charpente, le squelette de l'exsudat inflammatoire des séreuses, le reste étant représenté par la *substance intercellulaire* claire et les jeunes cellules. Or, en fait, ces cas-là n'existent jamais sur le vivant, et l'évolution des fibres lamineuses, des capillaires et de la matière homogène interposée n'a rien à faire avec une charpente fibrineuse qui ne préexiste pas à cette évolution et ne coexiste pas davantage avec elle.

Toutefois, dans les cas d'inflammation intense rendant purulente la sérosité de la plèvre ou du péritoine, sur la séreuse épaissie par les *exsudats* et dont les faces sont écartées par le liquide, on trouve une couche, partie fibrillaire à la manière de la fibrine, partie grenue englobant des leucocytes, et moulée sur les irrégularités et dépressions microscopiques de la membrane

(1) Voy. *Anatomie et physiologie cellulaires*, p. 89. Il va sans dire que pour constater ces particularités importantes et la plupart des suivantes il faut examiner les tissus à l'état frais dans un état aussi voisin que possible de leur état naturel et non après avoir complétement changé la forme, le volume et l'état hyalin des éléments par le durcissement dans un liquide approprié.

suppurante. Dès que l'animal est tué, on voit aussi dans le liquide purulent des flocons membraneux ou filamenteux, demi-transparents, d'un gris jaunâtre, détachés de la fibreuse par l'exsudation ou mieux la sécrétion séreuse consécutive, aidée peut-être du frottement. Des flocons ou membranes de cette sorte ont été vus flottant librement dans la sérosité ascitique du petit bassin, sur le vivant, pendant l'ovariotomie, en même temps qu'il y avait des traces de phlegmasie ancienne (Boinet). Ils ne sont pas formés rien que de fibrine englobant des leucocytes. Leur épaisseur offre la structure qui vient d'être indiquée pour les néo-membranes, mais avec un grand nombre de leucocytes et de granules, tant graisseux que grisâtres. Mais leur surface est en quelque sorte en continuité avec une couche fibrillaire, d'aspect fibrineux, telle que celle qui vient d'être indiquée ; cette couche fibrineuse superficielle englobe de nombreux leucocytes, ainsi que des granules graisseux et grisâtres qui la rendent jaunâtre et friable. Ces flocons augmentent manifestement un peu de volume dans la sérosité où on les laisse après l'avoir recueillie, et cela certainement par continuation du dédoublement de la plasmine avec formation et coagulation de la fibrine qui avait déjà dans ces cas-là certainement commencé à se produire sur l'animal vivant.

Rappelons ici que divers auteurs admettent, avec ou sans preuves à l'appui, que la production des exsudats a lieu : 1° quand le sang des capillaires a subi quelque changement de nature (dyscrasies) ; 2° quand les parois des capillaires ont été modifiées et sont devenues plus perméables ; 3° quand leur liquide est soumis à une pression exagérée ; 4° quand ce liquide est soumis à une attraction du dehors plus considérable qu'à l'ordinaire. L'exsudat peut, suivant ces auteurs, être sous l'influence d'un état général (tubercule), ou avoir une signification purement locale, comme dans les produits inflammatoires. C'est à tort que les *exsudats* sont considérés comme composés des mêmes principes que le sang, de ceux qui en font la partie principale; en effet, les *substances organiques ou azotées coagulables* ne sont plus en général dans les diverses matières appelées exsudats ni la

plasmine, ni la métalbumine, mais des principes nouveaux qui en proviennent et qui en diffèrent par leurs propriétés et leur composition. La *fibrine* et l'*albumine* peuvent bien se trouver dans les exsudats, mais elles ne font qu'accompagner les principes qui se sont produits pendant le phénomène de l'exsudation. Par *métamorphose des exsudats*, on a désigné les changements de nature moléculaire ou de caractères physiques qu'on a supposé (plutôt qu'on ne l'a observé) qu'ils éprouvent après l'exsudation; elle est supposée et dite : 1° *régressive*, c'est-à-dire conduisant à leur décomposition ; 2° *progressive*, c'est-à-dire conduisant à leur organisation. L'*organisation* des exsudats consiste, suivant les mêmes auteurs, en la naissance d'éléments anatomiques (cellules, fibres, etc., y compris la suppuration) aux dépens de leurs principes immédiats. La *résorption* des exsudats peut avoir lieu avant la naissance d'éléments anatomiques, ou lorsque déjà il s'en est produit ; dans ce cas, on voit quelquefois, comme dans le cerveau, le rein et les muscles, les éléments normaux entre lesquels avait eu lieu l'exsudation se résorber aussi, d'où perte locale de substance, dite *atrophie secondaire.* On a admis aussi la résorption de la partie aqueuse et saline seulement des exsudats, avec persistance des substances graisseuses et de la matière colorante du sang, pour se rendre compte de la production de certains endurcissements, de productions graisseuses ou calcaires infiltrant certains tissus, formant les *plaques laiteuses* des séreuses, etc. Mais il n'est pas démontré que cette résorption ait eu lieu, et que les particules morbides ne se soient pas produites et déposées telles qu'on les trouve. On a divisé aussi, mais sans données valables, les exsudats en *fibrineux, albumineux, séreux* et *hémorrhagiques*, et à chacun de ces groupes on a rattaché la formation, plutôt par hypothèse qu'après démonstration, de telle ou telle sorte de productions morbides. On n'a, en effet, constaté positivement de fibrine qu'à la surface des muqueuses (diphthérite) et des séreuses dans les seules circonstances qui viennent d'être rappelées, mais non dans l'épaisseur des tissus, c'est-à-dire dans les interstices des éléments anatomiques, sauf

les cas d'hémorrhagies avec infiltration interstitielle. Or, ni dans ce cas, ni dans celui des fausses membranes croupales, pulmonaires, séreuses, etc., on n'a vu la fibrine donner naissance à des éléments anatomiques, s'organiser, en un mot. (Littré et Robin, *Dictionn. de méd.* Paris, 11e, 12e, et 13e édit., 1873.)

Les faits qui viennent d'être rappelés, depuis ceux qui concernent la production des *bourgeons charnus* des plaies, jusqu'à ceux qui regardent la génération des néo-membranes des séreuses en général, tous ces faits ne sont autre chose que des exemples de la génération de tissu lamineux qui, sauf la production des leucocytes, de plus ou moins de matière amorphe et de vaisseaux, ne font que répéter ce qui a lieu dans la génération du tissu lamineux embryonnaire (1). Tous ces faits ne représentent que des cas particuliers de cette génération, ayant lieu dans des conditions accidentelles, en couches minces, à la surface de divers organes, au lieu de se produire en masse.

Il est curieux de voir à quelles singulières erreurs ont conduit à cet égard les deux idées fausses qui suivent : 1° celle d'après laquelle tout élément anatomique figuré, noyau ou cellule, dériverait directement d'un autre par division prolifiante de sa substance; 2° celle d'après laquelle toute matière amorphe des tissus serait une *substance intercellulaire*, une dérivation, une production de la substance même de ces noyaux ou cellules, et nullement une genèse d'un élément sans configuration déterminée à l'aide et aux dépens de principes fournis par les capillaires, pouvant ou non, suivant les cas, jouer un rôle *blastématique*, c'est-à-dire fournir des principes à la génération et au développement de noyaux et de cellules.

L'idée de la prolifération, aussi bien que celle de la diapédèse des leucocytes, se transformant directement en cellules fibroplastiques, épithéliales et autres, ont conduit (résultat qui n'est pas moins étrange que ces hypothèses mêmes) à faire donner le même nom d'*exsudation* à la production des néo-membranes et

(1) Voy. Ch. Robin, *Anatomie et physiologie cellulaires*, 1873, p. 388 et suiv.; art. LAMINEUX (*Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1868, p. 242 et suiv.).

des cicatrices, aussi bien qu'à celle des liquides de l'œdème ou des vésicatoires. Des vrais tissus, avec vaisseaux et autres éléments figurés parce qu'ils sont en couches plus ou moins larges, plus ou moins minces, au lieu d'être en masses ou tumeurs, sont appelés des *exsudats*, aussi bien que le liquide de l'œdème ou des fausses membranes diphthéritiques, comme si la production des premières était une transsudation avec solidification en masse, au lieu d'une genèse et d'une évolution successive des divers éléments figurés et amorphes du tissu lamineux. Telle est l'absence de rigueur scientifique en ces questions, que dans les écrits les plus prônés les termes *exsudats* et *exsudations plastiques* et *exsudats conjonctifs* sont couramment employés pour désigner les couches et plaques de tissu lamineux, comme si la génération de ce tissu était une sécrétion suivie de coagulation. Telle est la méconnaissance des données les plus élémentaires de l'histologie, que ces termes et leurs analogues sont ainsi usités, sans préoccupation de la nature réelle des choses, absolument comme ils auraient pu l'être il y a cent ans ; comme si, pour les solides aussi bien que pour les liquides, on ne pouvait aujourd'hui déterminer la nature anatomique, la provenance, la période évolutive et d'altération de chacun de leurs éléments anatomiques, amorphes ou figurés ; comme si relier le morbide au normal dans les petites comme les grosses productions n'était pas possible; comme si ces démonstrations, qui sont le résultat essentiel obtenu par l'histologie, le but auquel doit tendre par-dessus tout le pathologiste, n'étaient pas préférables à cette indifférence qui fait croire que se payer de mots est suffisant dès qu'on s'abrite derrière le microscope.

Les noms d'*exsudations* ou *exsudats plastiques* ou *conjonctifs* se trouvent appliqués non-seulement aux néo-membranes au début de leur développement et d'une manière abstraite à toute génération nouvelle de tissus accidentels, mais encore à des taches ou plaques blanches ou opalines apercevables sur la rétine à l'aide de l'ophthalmoscope. Ces dernières productions n'ont rien d'analogue avec les précédentes. Elles sont en effet formées par des

myélocytes devenues *granuleuses* et de deux à cinq fois plus grosses qu'à l'état normal consécutivement à leur distension par des granules graisseux. Le vice de la dénomination a encore été aggravé en les appelant aussi *exsudats* ou *exsudations albumineuses* ou *albumino-graisseuses*, car elles n'ont rien d'analogue avec l'albumine ni avec les *exsudats*.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Résumé des recherches physiologiques récentes sur l'inée, par M. le Dr RABUTEAU.

L'*inée* est le *Strophantus hispidus* De Candolle (famille des Apocynées). C'est une plante grimpante, à tige creuse et cylindrique, qui s'élève jusqu'au sommet des arbres les plus élevés et retombe sur les arbres voisins en formant comme une treille. Les feuilles en sont opposées, ou, plus rarement, verticillées; elles sont elliptiques et couvertes de poils longs et abondants, surtout sur les nervures et à la face inférieure. Les fleurs en sont d'un jaune pâle. Les fruits sont formés d'un ou de deux follicules cylindriques gros comme le pouce, longs de 30 à 40 centimètres et contenant chacun cent à deux cents graines. Ces semences, qui sont très-nombreuses, sont ovales, comprimées, à bords tranchants; elles ont une longueur d'un centimètre à un centimètre et demi, une largeur de près d'un demi-centimètre et sont surmontées d'une tige qui se garnit, à une distance de 1 à 2 centimètres de l'acumen, de poils nombreux, rectilignes, obliquement ascendants et pouvant acquérir une longueur de 6 à 7 centimètres.

C'est avec les fruits et notamment avec les semences que les naturels préparent un poison dont ils enduisent l'extrémité de leurs flèches, lesquelles servent aux Pahouins pour la chasse des éléphants, d'où le nom de poison des éléphants qu'on a donné aussi à cette substance, et aux sauvages des bords du Zambèze pour la chasse du gibier. Ces derniers, d'après le docteur Livingstone, quand ils ont blessé un animal avec leur flèche dont l'extrémité se brise et reste dans la plaie, le poursuivent jusqu'à ce qu'il tombe, et, lorsqu'il est mort, ils enlèvent la partie qui entoure la blessure et, mangent le reste.

Toutes les parties du végétal paraissent être toxiques; mais les semences sont les parties les plus dangereuses. On sait, du moins, qu'elles le sont davantage que les feuilles. Elles contiennent, sous un épisperme mince, une

amande blanche, excessivement amère, donnant un suc huileux quand on l'écrase. Lorsqu'on les épuise par l'alcool, après les avoir broyées, on en retire 25 pour 100 d'un extrait qui renferme lui-même environ la moitié de son poids d'une huile fixe et inerte. Fraser aurait pu retirer de l'autre partie de l'extrait un principe actif, sur lequel il ne donne pas de renseignements, et qu'il a proposé d'appeler *strophantine*.

Les premières recherches sur l'action de l'inée datent de 1865. Elles furent faites, à Paris, par Pelikan (de Saint-Pétersbourg) avec un extrait hydro-alcoolique de semences qui avaient été apportées par Griffon du Bellay, et qui faisaient partie de l'exposition française au palais de l'Industrie (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1865). Thomas Fraser étudia ensuite l'action de ce poison (*Proceeding of the Royal Society of Edinburgh*, 1869-1870) ; puis Legros fit des expériences avec des flèches venant des Pahouins (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1870); enfin, deux ans plus tard, Polaillon et Carville reprirent de nouveau l'étude du poison de l'inée avec lequel ils firent un très-grand nombre d'expériences (*Archives de physiologie*, décembre 1872).

Lorsqu'un animal à sang chaud a été blessé par une flèche enduite du poison de l'inée, et que l'arme reste dans la plaie, cet animal succombe rapidement. Ainsi, Legros ayant enfoncé dans la cuisse, chez des chiens et des lapins, des flèches des Pahouins, telles que celle qui est représentée plus haut, a vu mourir ces animaux en huit à dix minutes. Pendant ce temps, ils ont présenté divers symptômes dont j'ai été témoin, et qui furent les suivants : ralentissement et difficulté de la respiration, vomissements, prostration considérable; mais le symptôme le plus évident fut un ralentissement remarquable de la circulation tel que le cœur s'est arrêté avant la cessation définitive des mouvements respiratoires. Des grenouilles ayant reçu ce même poison sous la peau, leur cœur s'arrêta rapidement en systole, ainsi que l'avaient constaté déjà Pelikan et Fraser dans leurs expériences faites avec des extraits hydro-alcooliques des semences de l'inée. Ces animaux, alors que la circulation était complétement interrompue, continuèrent de sauter pendant quelques minutes, puis les mouvements volontaires cessèrent tout à fait. Les cœurs lymphatiques continuaient de battre après l'arrêt du cœur sanguin.

Les résultats ont été les mêmes dans les recherches faites par Polaillon et Carville avec l'extrait alcoolique des graines et des feuilles de l'inée. Ces expérimentateurs ont vu que 3 milligrammes d'extrait solide des semences, injectés dans les tissus d'une patte de grenouille, amenaient l'arrêt du cœur en dix minutes. Ils ont remarqué, en outre, que le moment de cet arrêt variait suivant le mode d'application du poison ; que, par exemple, le cœur cessait de battre au bout de sept minutes chez la grenouille, lorsque 3 milligrammes de l'extrait alcoolique avaient été placés dans le péricarde; que le cœur ne s'arrêtait qu'au bout de plusieurs heures, lorsque cette même dose avait été introduite dans l'estomac. D'après ces mêmes expérimentateurs, le poison de l'inée est beaucoup plus actif chez les oiseaux, les chiens et les lapins, que

chez les animaux à sang froid, tels que la grenouille, et surtout les escargots et les crapauds. Il est toutefois remarquable que ces deux dernières espèces d'animaux sont beaucoup plus sensibles à l'action de l'inée qu'à celle de la digitaline. Les méduses ne paraissent rien éprouver de la part de l'inée. Enfin, j'ajouterai que chez les chiens et les chats, Carville et Polaillon ont noté également la difficulté de la respiration et les vomissements déjà observés par Legros; que, de plus, ils ont signalé le tremblement musculaire précédant la paralysie, les gémissements et les cris plaintifs qui précèdent souvent l'arrêt du cœur; qu'enfin ils ont vu que les battements cardiaques éprouvent, avant de cesser, des alternatives de fréquence et de ralentissement.

Il s'agit maintenant de préciser le mode d'action de l'inée et de démontrer que cet agent est un poison paralyso-musculaire.

Pelikan, puis Fraser et Legros, prenant surtout en considération l'arrêt du cœur produit par l'inée, ont fait de cet agent un poison cardiaque. Il est inutile d'insister sur la proposition que j'ai établie, et qui sera surabondamment démontrée dans la suite : qu'il n'y a pas de poisons cardiaques proprement dits; que la digitale elle-même ne doit pas être considérée analytiquement comme un poison du cœur ; qu'il y a seulement des poisons agissant spécialement sur le cœur pour les motifs que j'ai signalés. Mais, tandis que la digitale est un poison névro-musculaire, exerçant son action sur les éléments nerveux et sur les fibres musculaires du cœur, l'inée est une substance agissant exclusivement sur les éléments anatomiques musculaires de cet organe, au même titre que sur les autres éléments musculaires striés ou lisses de l'organisme.

Lorsqu'on applique la pince électrique sur le cœur ou sur les autres muscles d'un animal qui vient de succomber sous l'influence de l'inée, on remarque que ces muscles ne se contractent plus, d'où il résulte que l'irritabilité musculaire est abolie. Pour rendre ce résultat plus sensible, on opère de la manière suivante : On applique sur une grenouille une ligature comprenant une cuisse tout entière à sa racine, moins le nerf sciatique; puis on injecte le poison en un point quelconque de l'animal, excepté dans le membre qui est lié, sur le dos, par exemple. Au bout d'un temps d'autant plus court que la substance toxique a été introduite en plus grande quantité, on constate l'arrêt du cœur, puis la cessation de tout mouvement volontaire. Si, à ce moment, ou peu de temps après, on cherche à exciter par un moyen mécanique ou par l'électricité un point quelconque de l'animal, on remarque des mouvements réactionnels *seulement dans le membre préservé du poison*. Les muscles de ce membre se contractent parfaitement lorsqu'on applique l'électricité sur leurs fibres. Il en est de même lorsqu'on excite le nerf sciatique qui anime ce membre. Il résulte de ces faits : 1° que les muscles, après avoir été mis en contact avec le poison transporté par la circulation, perdent leur irritabilité; 2° que le système nerveux sensitif n'est pas atteint ; 3° que le système nerveux moteur n'est pas atteint non plus. Chez un animal intoxiqué par l'inée,

la section des pneumogastriques n'est pas suivie, ainsi que Fraser l'a constaté le premier, d'une accélération des battements cardiaques.

Non-seulement les fibres musculaires striées sont paralysées par l'inée, mais les fibres lisses le sont également. En effet, si l'on applique la pince électrique sur les fibres de l'intestin chez un animal intoxiqué par ce poison, on voit que ces fibres ne se contractent plus. D'un autre côté, non-seulement les systèmes nerveux sensitif et moteur ne sont pas atteints, mais il en est de même du grand sympathique. En effet, lorsque chez un animal mammifère, tel qu'un lapin, on a arraché le ganglion cervical supérieur, à droite, par exemple, on observe, comme on le sait, une congestion de l'oreille droite et une contraction de la pupille du même côté ; or, si l'on intoxique avec l'inée ce même lapin ainsi opéré, on voit que lorsque le cœur va s'arrêter ou que l'animal se trouve au moins dans la période syncopale, que ni la vascularisation de l'oreille, ni la contraction de la pupille du côté droit ne se modifient : ce qui prouve que le sympathique n'est pas influencé par le poison. Toutefois, la chaleur diminue dans l'oreille, ce qui tient au ralentissement de la circulation. Afin de mieux observer ces phénomènes, il faut soumettre les animaux à l'influence d'une faible dose de la substance toxique, de sorte que la mort arrive lentement.

Les lésions anatomiques sont nulles ou très-peu marquées. Polaillon et Carville ont trouvé parfois la muqueuse stomacale congestionnée et présentant quelques taches ecchymotiques dues sans doute aux efforts de vomissements ; la muqueuse du tube intestinal est autant et plus congestionnée que celle de l'estomac, mais sans ecchymoses. Chez les grenouilles, le ventricule du cœur est en systole ; chez les mammifères, les ventricules sont tantôt vides, tantôt remplis de sang, le ventricule droit en contenant alors généralement plus que le gauche ; les oreillettes sont, au contraire, toujours gonflées de sang. Les veines de la pie-mère et les sinus crâniens en sont remplis également. Ce liquide ne paraît pas altéré ; il se coagule comme à l'état normal. Les fibres musculaires ne présentent pas d'altérations visibles au microscope.

Il résulte d'expériences faites par Polaillon et Carville, que le curare ralentit la marche de l'intoxication par l'inée. Il semblerait donc, au premier abord, qu'il y eût un antagonisme entre le curare et l'inée ; mais cet antagonisme n'existe pas, et ne peut exister puisque les deux substances en question n'agissent pas sur les mêmes éléments anatomiques d'une manière contraire. En effet, l'une abolit les mouvements par suite de la paralysie des nerfs moteurs ; l'autre les abolit par suite de la paralysie des fibres musculaires. Si le curare ralentit l'empoisonnement par l'urée, c'est qu'il ralentit la circulation et, par conséquent, l'absorption de ce poison administré ensuite. D'un autre côté, on sait que le curare active l'excrétion urinaire et, par suite, l'élimination des substances toxiques par la voie rénale. (Voy. Rabuteau, *Traité de toxicologie*. Paris, 1873.)

***Métamorphisme et mutabilité physiologique de certains microphytes sous l'influence des milieux. Relation de ces phénomènes avec la cause initiale des fermentations; zymogenèse intracellulaire*, par M. J. Duval (de Versailles). (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 3 novembre 1873.)**

Les recherches que j'ai entreprises, depuis neuf années, sur la micrographie aérienne et sur la fermentation alcoolique, m'ont amené à conclure (1):

1° Que l'air, bien qu'il soit le réceptacle d'une multitude de germes, d'origine principalement végétale, ne recélait aucune cellule-type permettant d'affirmer qu'elle était le représentant non douteux d'une levûre, ayant déjà accompli antérieurement sa mission de dédoublement sur une matière fermentescible quelconque.

2° Que, quoi qu'il en soit, l'air était bien le véhicule le plus approprié à la genèse et à la dissémination des ferments dans les milieux fermentescibles ou putrescibles, mais qu'il fallait toutefois établir cette restriction fondamentale, à savoir : *si l'atmosphère charriait tous les éléments nécessaires propres à façonner ces mêmes ferments, ceux-ci n'en étaient que l'ébauche première et n'y existaient pas tout faits et immédiatement prêts à agir.*

C'est de la fausse interprétation des faits que sont nées ces discussions interminables sur l'hétérogénie et la panspermie. Lorsque les partisans de la spontéparité disaient à leurs adversaires : « Montrez-nous vos prétendus germes? » ils demandaient surtout qu'on leur fît voir, d'une façon palpable, une levûre determinée ou bien le corps reproducteur d'un microzoaire bien connu. L'argument des spontéparistes est resté debout, et les homogénistes, malgré les expériences les plus décisives en leur faveur, n'ont pu convaincre, jusqu'à l'évidence, nos premiers maîtres en micrographie. Sans la *mutabilité*, l'hétérogénie est une négation sans fondement, la panspermie une affirmation vague ; avec elle, les deux doctrines fusionnent et se confondent.

Sporules de mucédinées diverses, spores de cryptogames d'un ordre plus élevé, débris microscopiques d'algues desséchées, tels sont les seuls éléments qui, *dans l'air en mouvement*, participent à la génération des ferments végétaux. De cellule microdermique, constituée ferment actif, il n'y en a pas

(1) Ce résumé porte sur les travaux originaux suivants : 1° *Causerie sur une expérience de micrographie aérienne, à propos des générations dites spontanées*, Neufchâtel-en-Bray, 1864 ; 2° *Des ferments organisés, de leur origine, etc.*, thèse couronnée par la Société de Pharmacie de Paris, en 1869, et reproduite en partie dans le *Journal de pharmacie et de chimie*, 55e année, 4e série, t. X, 1869 ; 3° *Mémoire sur la mutabilité des germes microscopiques et la question des fermentations*, dans *Journal de l'anatomie et de la physiologie* de M. Ch. Robin, p. 400, juillet 1873.

une seule, l'observation microscopique le démontre, l'expérience physiologique le contrôle (1).

Un jus sucré naturel, soumis à l'ébullition ou simplement filtré avec soin, étant abandonné au libre contact de l'air, *ne donne jamais lieu à la fermentation d'emblée*, et les corpuscules qui tombent à sa surface, si on ne les force pas à choir mécaniquement au fond des vases pour les priver de l'oxygène de l'air, s'y développent constamment sous forme de moisissures, de mucor ou de ramifications byssoïdes. Le même être qui produit la combustion du sucre, en croissant sous forme d'expansions mycéliales, produira plus tard son simple dédoublement en alcool et acide carbonique; mais alors il ne vivra plus de la vie aérienne, et son accroissement se fera par bourgeonnement. Jusqu'ici, toutefois, le phénomène est aussi obscur que la panspermie pure et simple l'est elle-même; et, avant d'aller plus loin, il importe de se demander en vertu de quelle loi et par quel mécanisme la spore de la mucédinée, être à fonction normalement comburante, devient, en certaines circonstances, simple organisme-ferment?

L'état purement cellulaire de certains être microscopiques, en tant qu'utricules azotés, plie ces infiniment petits à des fonctions multiples, et c'est en raison même de cette simplicité de structure qu'il est permis aux microphytes les plus infimes de modeler leurs formes, comme leurs attributions, sur le terrain qui doit leur servir d'aliment et de support (2).

Deux méthodes, également accessibles à l'expérience, démontrent la mutabilité des germes microscopiques: la première, c'est l'observation optique directe; la seconde, c'est le phénomène chimique. J'ai pu observer et suivre toutes les phases du métamorphisme cellulaire sur plusieurs séminules récentes de mucédinées exosporées. En emprisonnant celles-ci sous une lamelle de verre en présence d'un peu de suc de raisin bouilli et filtré, et, mieux, en présence de décoction de levûre sucrée et limpide, j'ai vu ces séminules s'accroître par bourgeonnement. L'expérience m'a toujours réussi *avec les poussières de l'air*; et je ferai remarquer que, quant aux grains de fécule, aux cellules polliniques et aux granulations moléculaires libres, fatalement entraînées en même temps que les autres particules organisées, aucune de ces dépouilles pulvérulentes n'a éprouvé de modification morphogénique pendant les nombreuses épreuves que j'ai tentées à cet égard.

(1) On a pris trop peu en considération les conditions physiques auxquelles les êtres ferments devraient répondre, dans la supposition prématurée de leur migration incessante dans l'océan aérien. Ces conditions, qui sont pour les sporules végétaux leur faible densité relative, le peu d'hygrométricité de leur membrane histologique et surtout leur réductibilité en atomes impalpables, sous les influences divisantes les plus légères; ces propriétés essentielles, dis-je, n'appartiennent pas aux ferments.

(2) A quelles bornes s'arrête la loi du métamorphisme et la mutabilité physiologique dont j'ai pu appliquer quelques cas à l'étude des fermentations? Cette loi, sans doute, est plus étendue qu'on ne le suppose; j'avoue cependant qu'il me serait impossible de la délimiter.

Les poussières atmosphériques, récoltées telles quelles sur des ballons remplis de glace, ou bien des sporules déterminées et exemptes de tout organisme étranger, ayant été ensemencées dans des matras à moitié pleins de liquides sucrés dont j'avais à l'avance assuré la stérilité par les procédés de M. Pasteur, ont déterminé dans ceux-ci des phénomènes de fermentation continue ; et, toutes les fois que j'ai opéré sur des liqueurs légèrement acides, j'ai obtenu la formation de levûre normale en même temps que le dégagement d'acide carbonique et production d'alcool (1).

Des faits moins curieux de mutabilité, et ceux-là ne permettent nulle équivoque, m'ont été fournis par les cellules globuleuses d'un certain nombre d'algues d'ordre inférieur. Je citerai principalement, comme ayant donné sous mes yeux les plus beaux exemples de genèse intrazymique, le *Palmella cruenta*, le *Protoccus viridis* (*major*) et l'*Hæmatococcus*.

Ayant ensemencé, l'hiver dernier, avec les cellules de ce dernier microphyte, du suc de raisins blancs resté vierge de toute décomposition depuis cinq mois, j'ai obtenu, au bout de quatre jours, une fermentation énergique. Le sixième jour, je recueillais un gaz entièrement absorbable par la potasse, et, au bout de six semaines, la température ambiante ayant été maintenue à 28 degrés C., je recueillis un vin de bon goût, titrant 13 pour 100 d'alcool absolu et dépouillé de toute trace d'acide acétique. A l'ouverture du ballon, la levûre formée différait complétement de la levûre habituelle du raisin.

La transformation de certains êtres rudimentaires en levûres hétéromorphes est donc un fait acquis à l'expérience (2).

(1) J'ai consigné ces expériences dans ma thèse inaugurale sur les *Ferments organisés* (1869), et je me permets d'enregistrer cette date ; des épreuves, en tout semblables aux miennes, n'ayant été relatées pour la première fois, par M. Pasteur, qu'en 1872, à propos de sa discussion avec M. Fremy sur l'origine des levûres, discussion engagée, d'ailleurs, au sein même de l'Académie.

(2) L'étude des fermentations s'ouvre donc sous un nouveau jour, et j'ai dit ailleurs tout le parti qu'on pourrait, sans doute, tirer industriellement de ces nouvelles inductions physiologiques autant pour la fabrication que pour la conservation des vins.

Le propriétaire-gérant :

GERMER BAILLIÈRE.

FIN DU TOME NEUVIÈME

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME NEUVIÈME

ANATOMIE NORMALE

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

PHYSIOLOGIE NORMALE

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME NEUVIÈME.

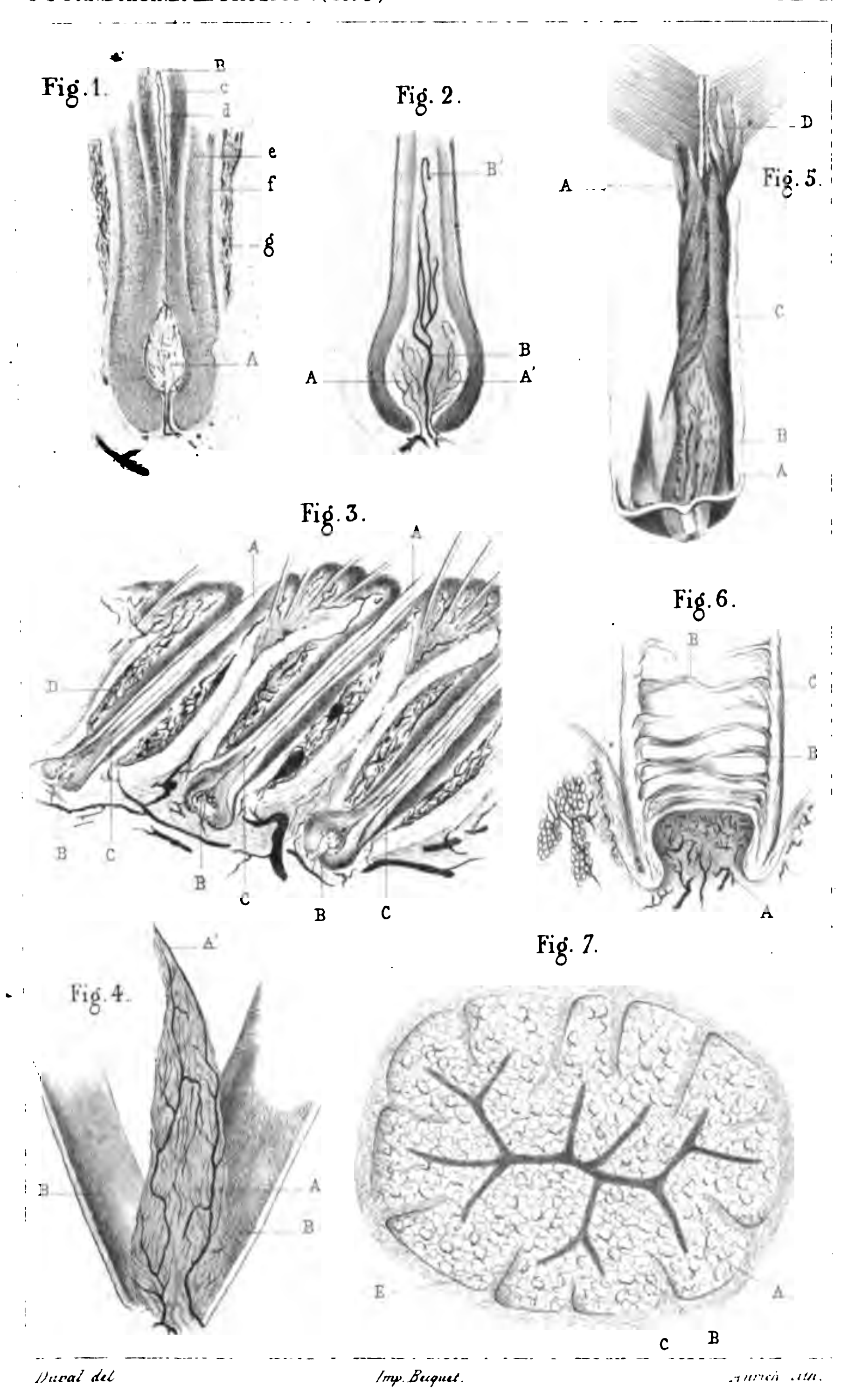
TABLE DES AUTEURS

FIN DE LA TABLE DES AUTEURS DU TOME NEUVIÈME.

TABLE DES PLANCHES

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME NEUVIÈME.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.



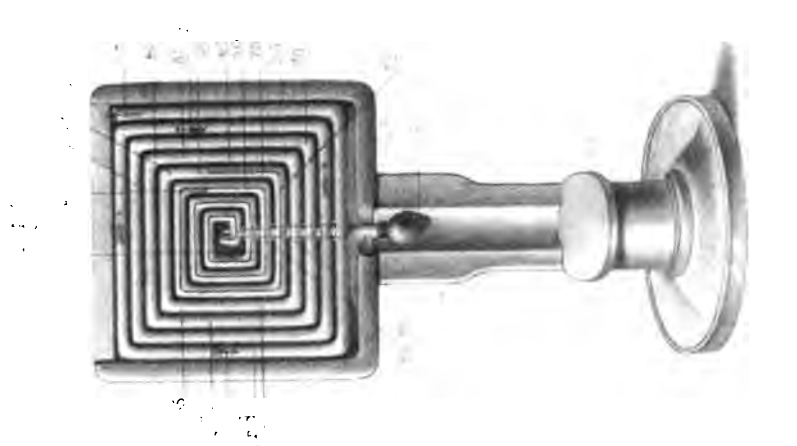
Papilles des poils.

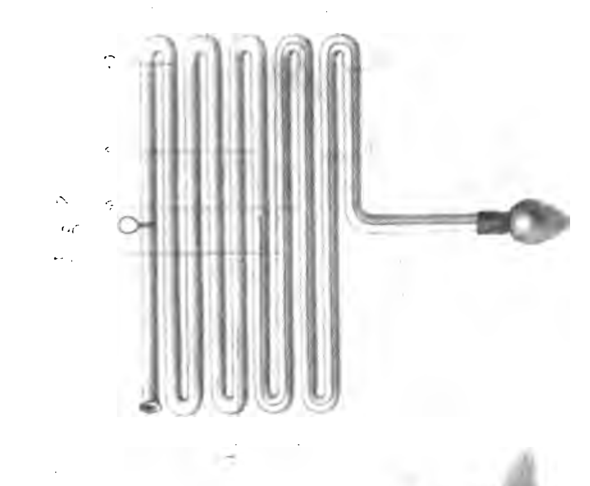
Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6

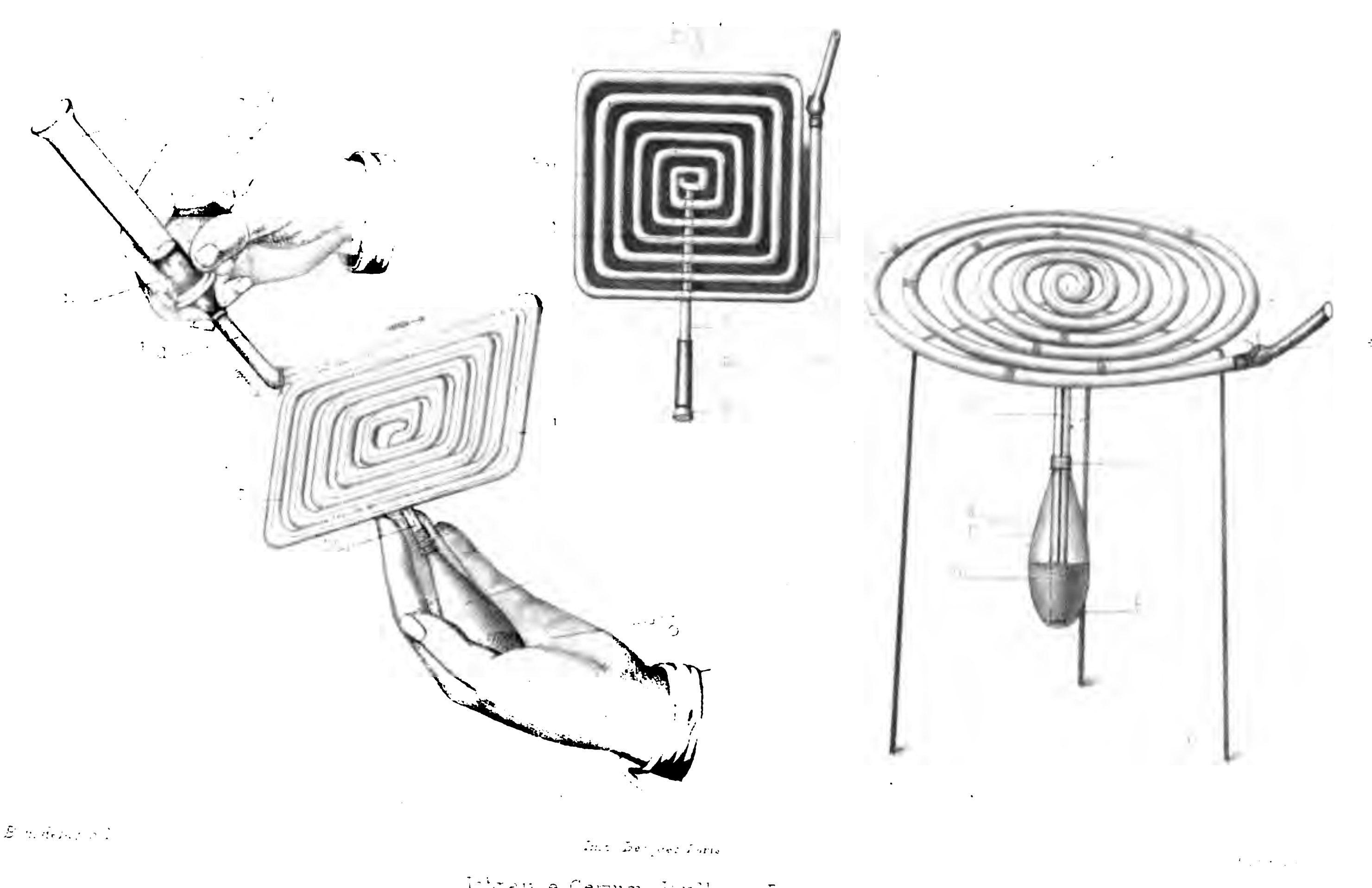
Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10

Fig. 11



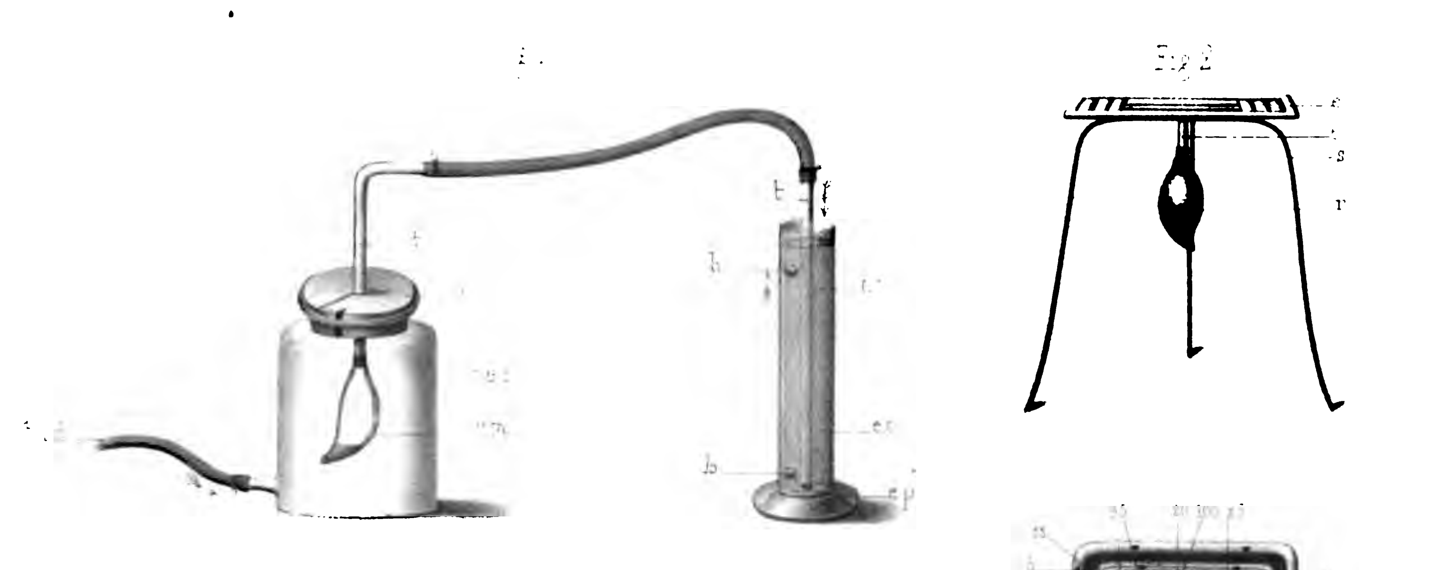




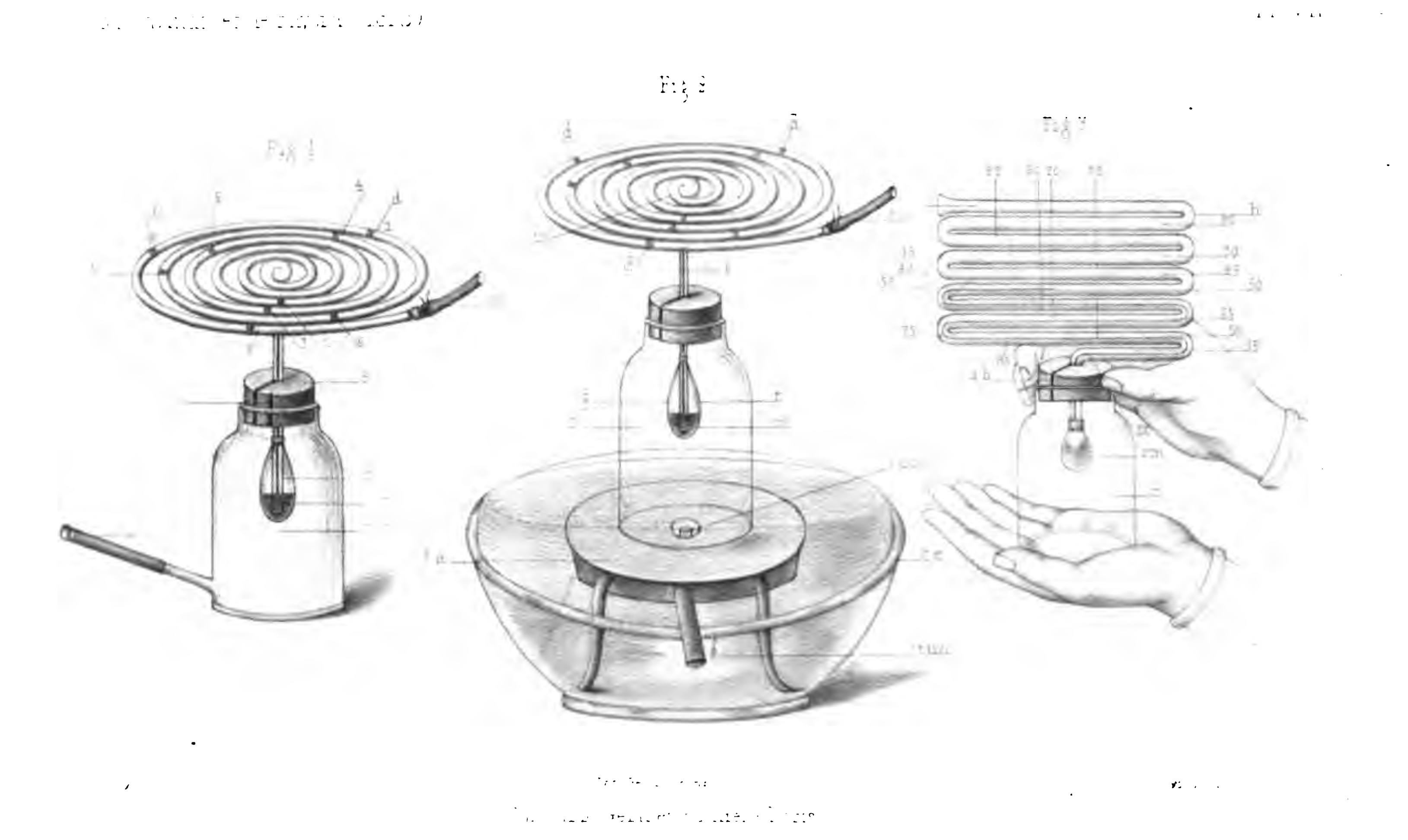


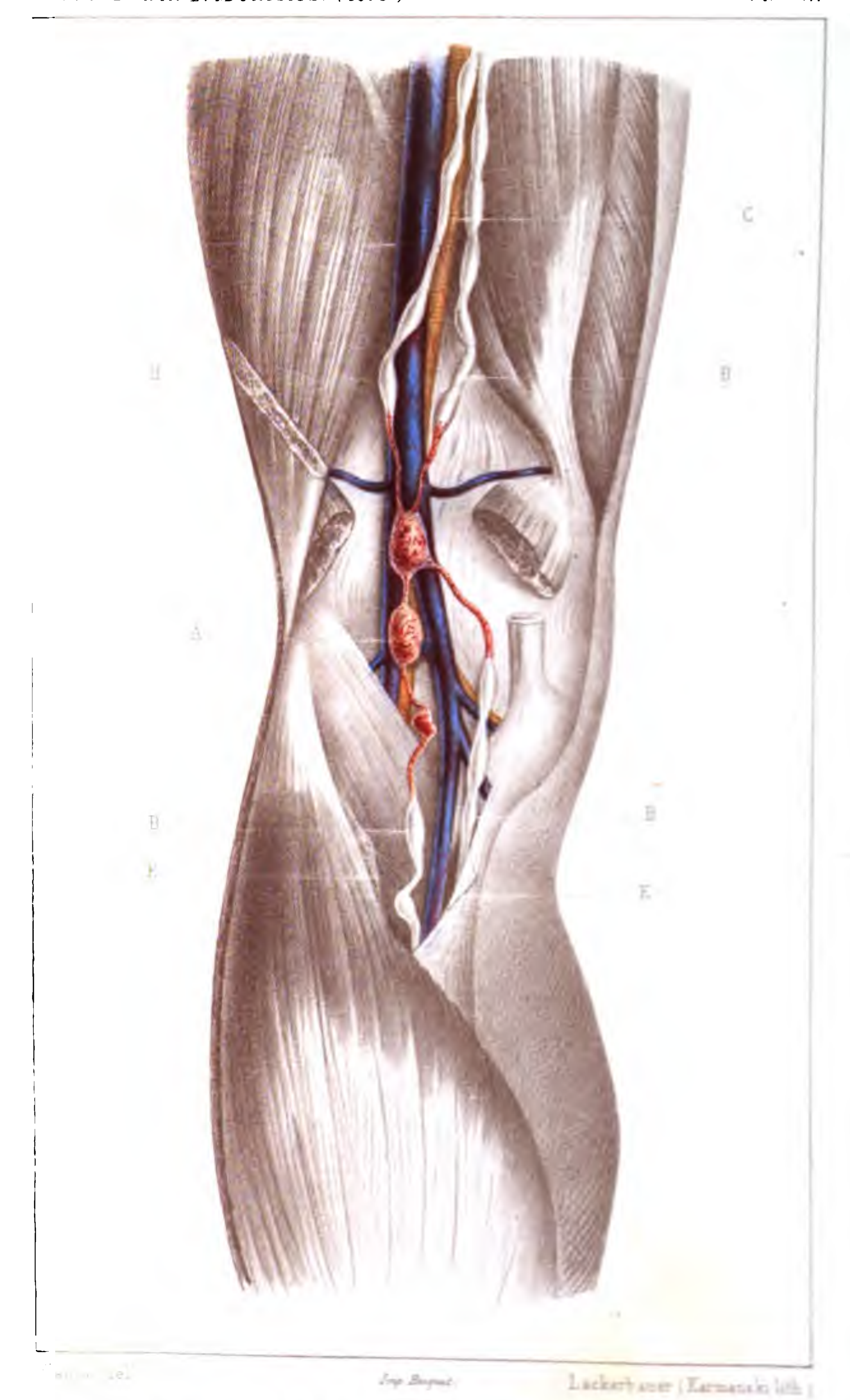
Imp. Becquet Paris

Librairie Germer Baillière Paris



Librairie Germer Baillière Paris

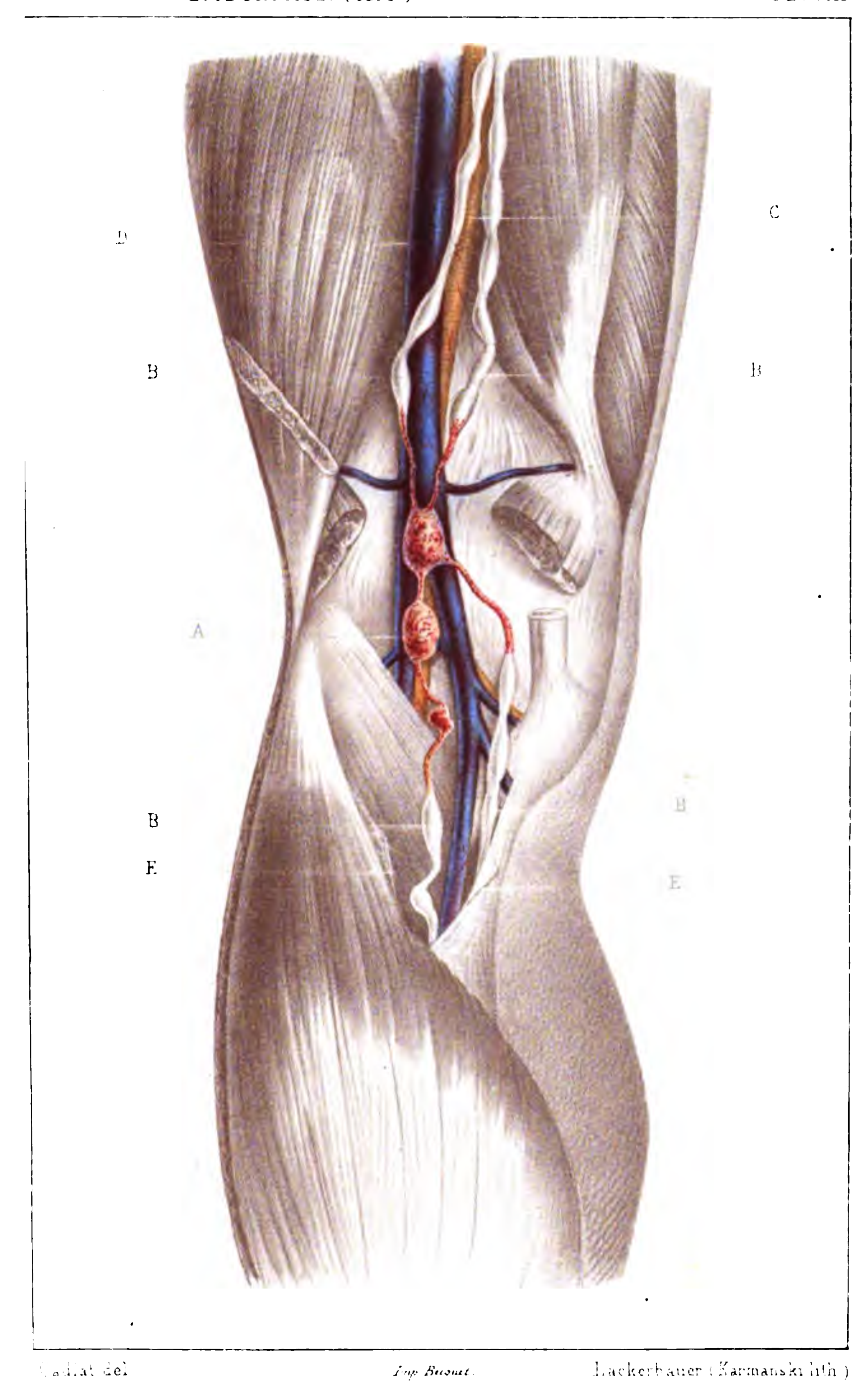

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3



Imp. Becquet. Lackerbauer (Karmanski lith.)

Lymphatiques profonds remplis de pus dans un cas d'érysipèle.

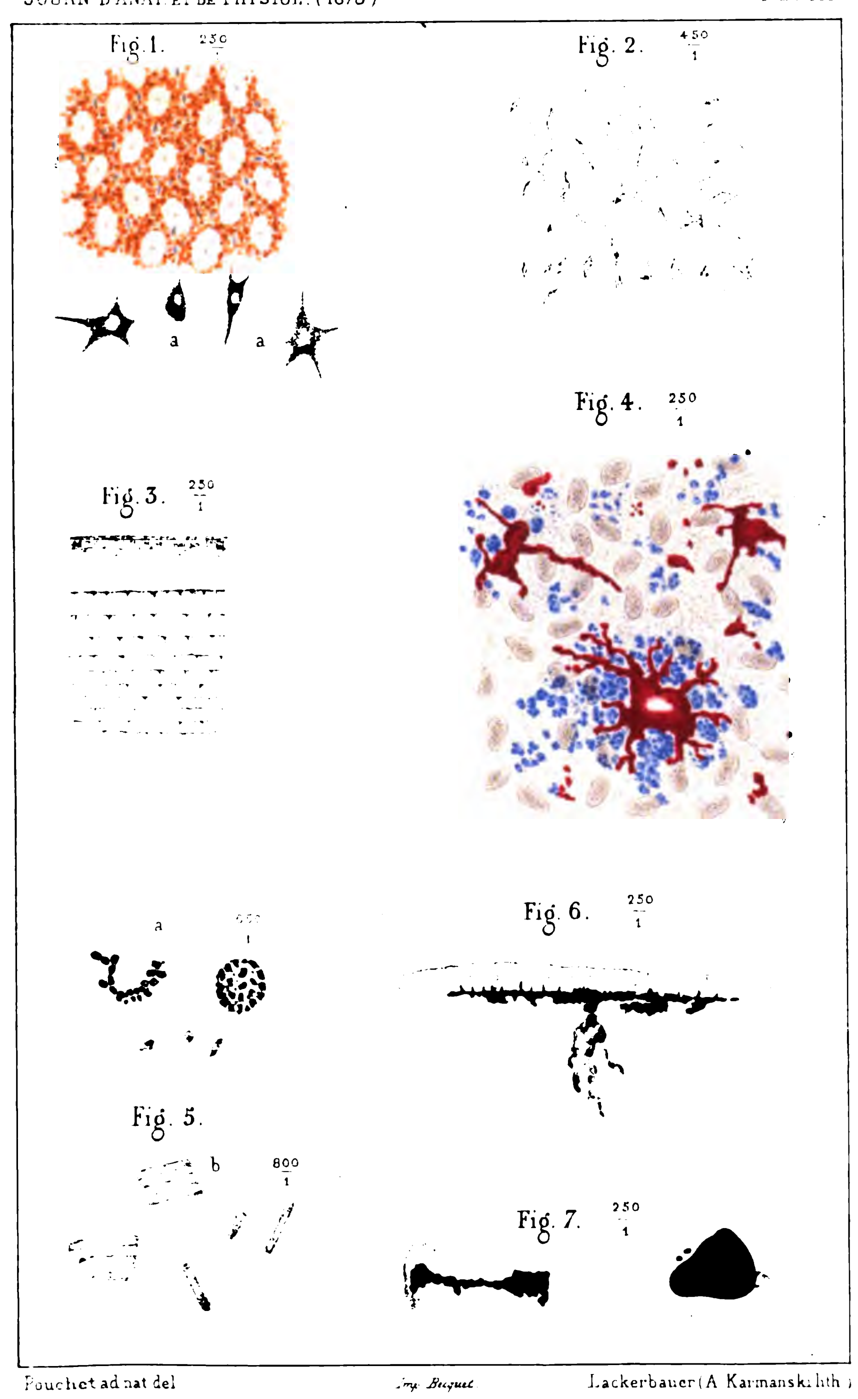
Germer Baillière, Libraire à Paris.



... del. Imp. Becquet. Lackerbauer (Karmanski lith.)

Lymphatiques profonds remplis de pus dans un cas d'érysipèle.

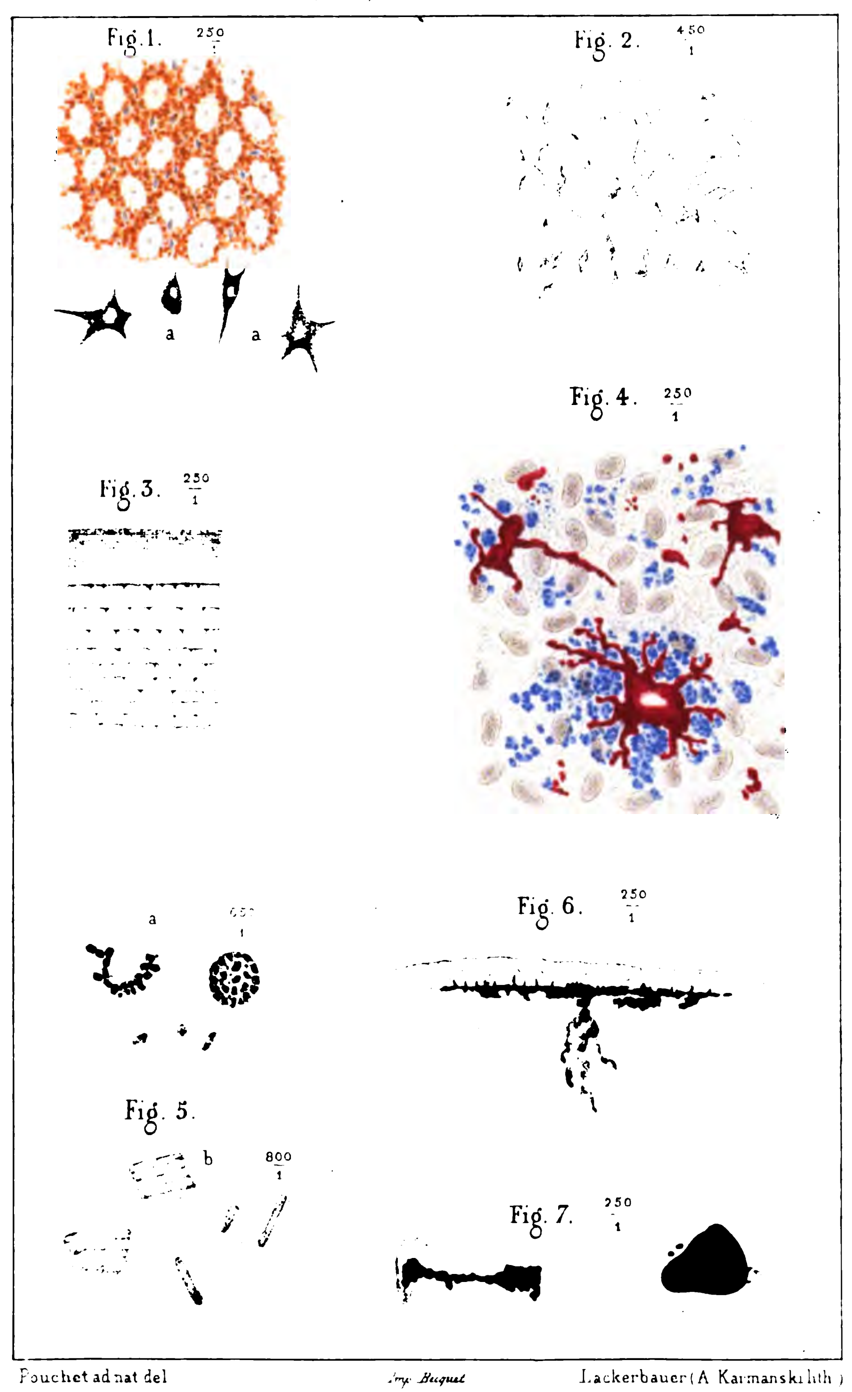
Germer Baillière Libraire à Paris.



Pouchet ad nat del — Imp. Becquet — Lackerbauer (A Karmanski lith.)

Recherches anatomiques sur la coloration des Crustacés

Germer Baillière Libraire à Paris

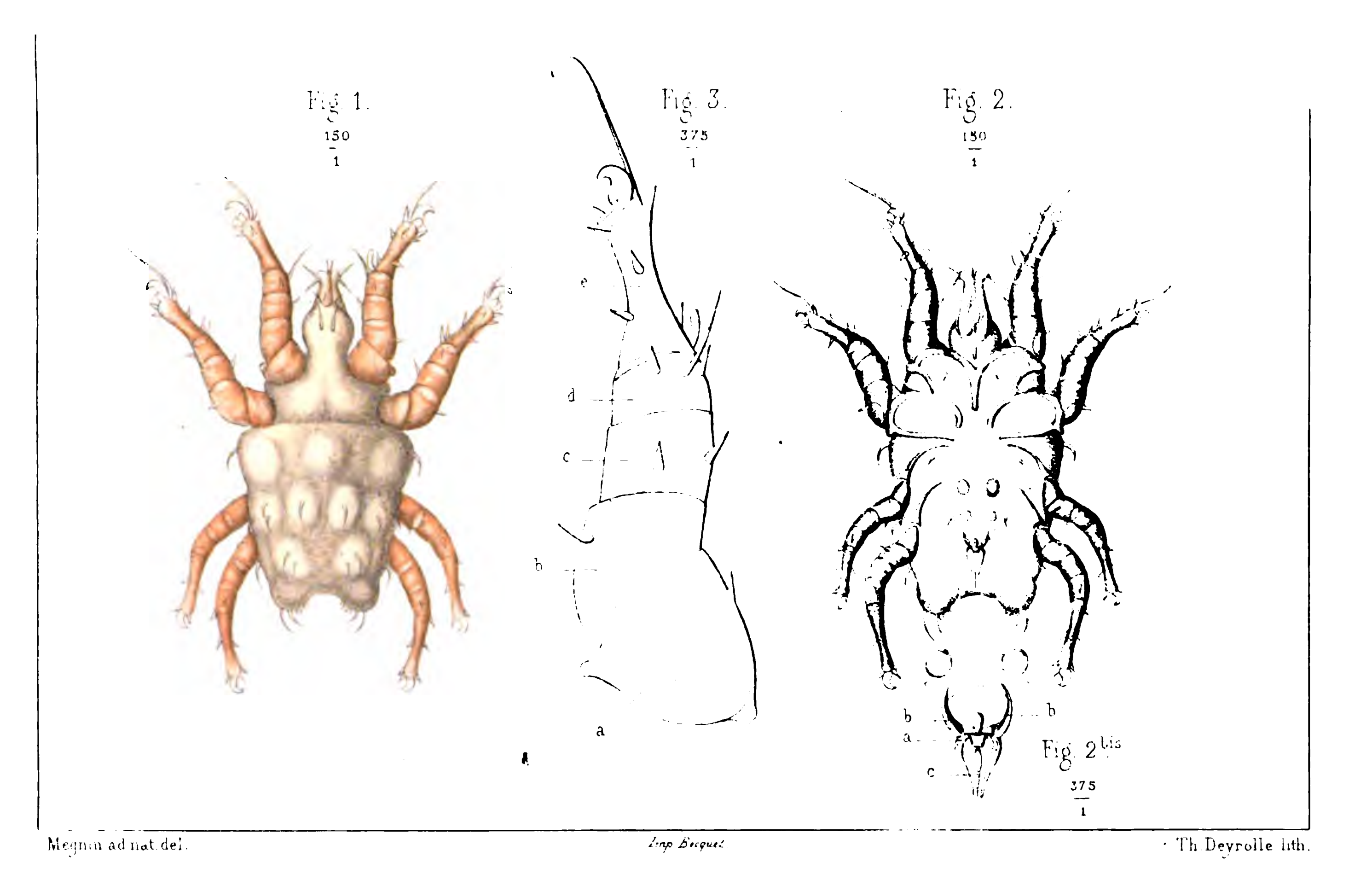


Pouchet ad nat del Imp. Becquet Lackerbauer (A. Karmanski lith.)

Recherches anatomiques sur la coloration des Crustacés

Germer Baillière Libraire à Paris

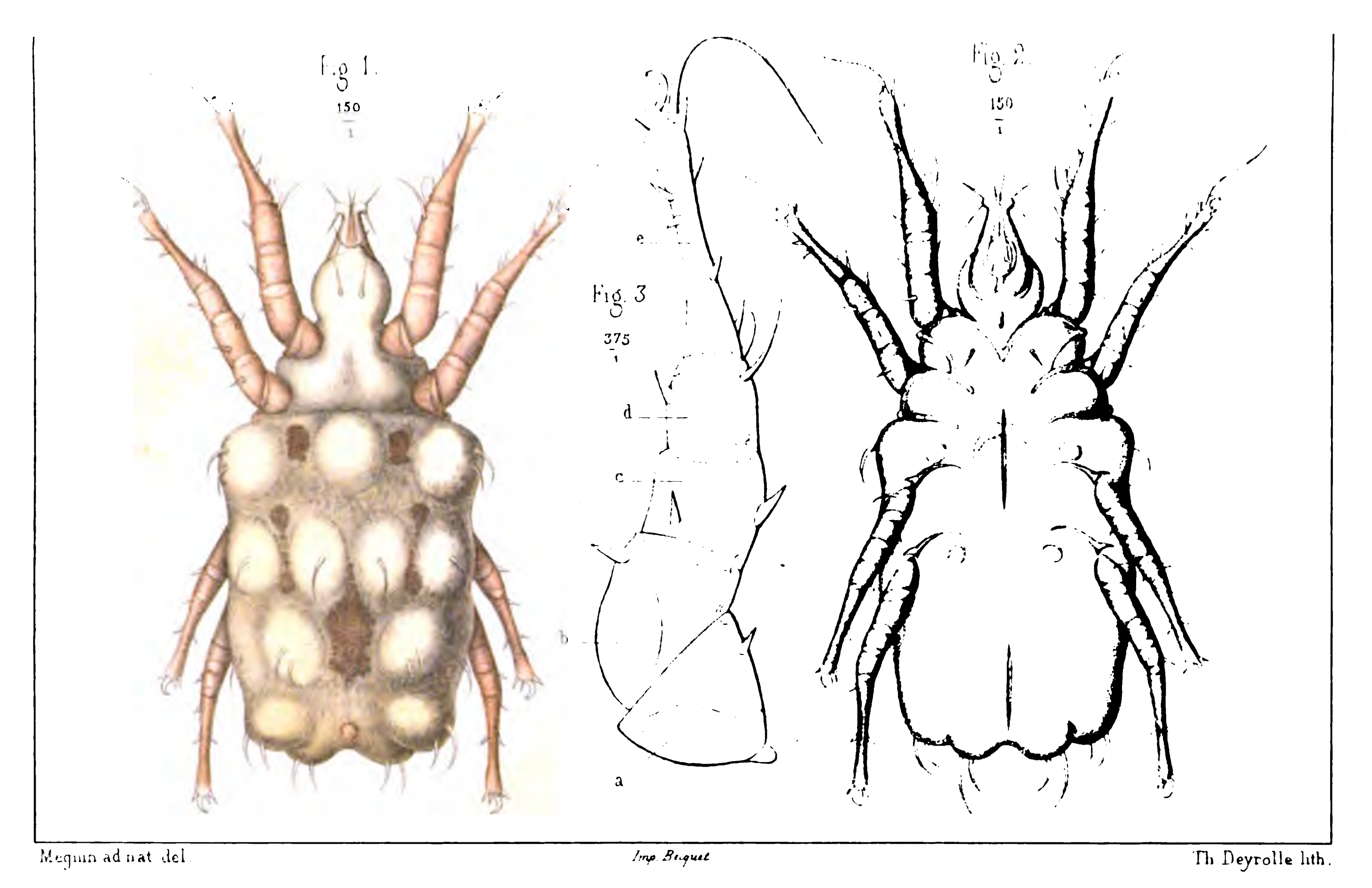




Megnin ad nat del.
Imp. Becquet
Th. Deyrolle lith.

Tyroglyphus rostro-serratus ♂ Megnin.

Germer Baillière Libraire à Paris.



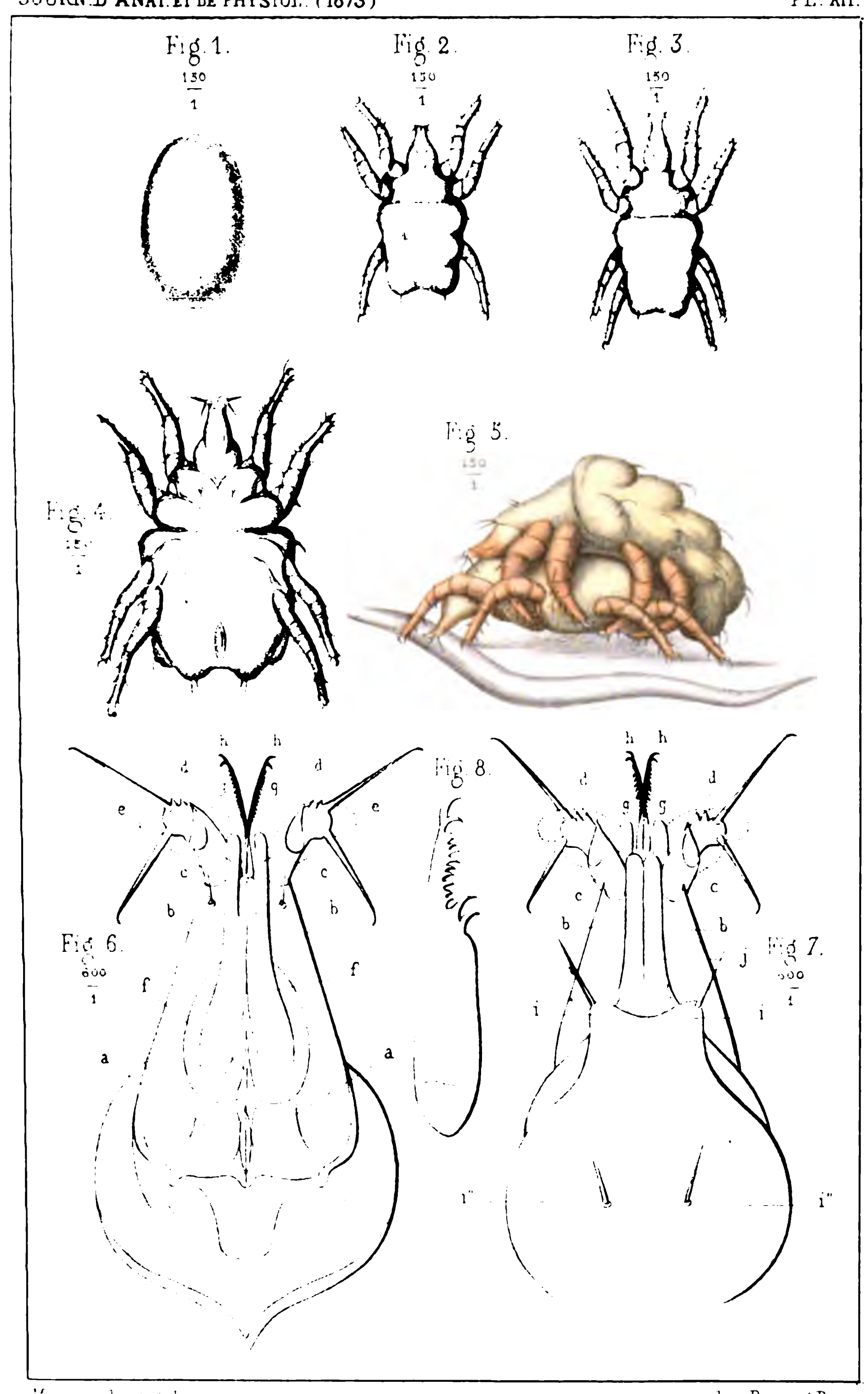
Megnin ad nat. del.

Imp. Becquet

Th. Deyrolle lith.

Tyroglyphus rostro-serratus ♀ Mégnin

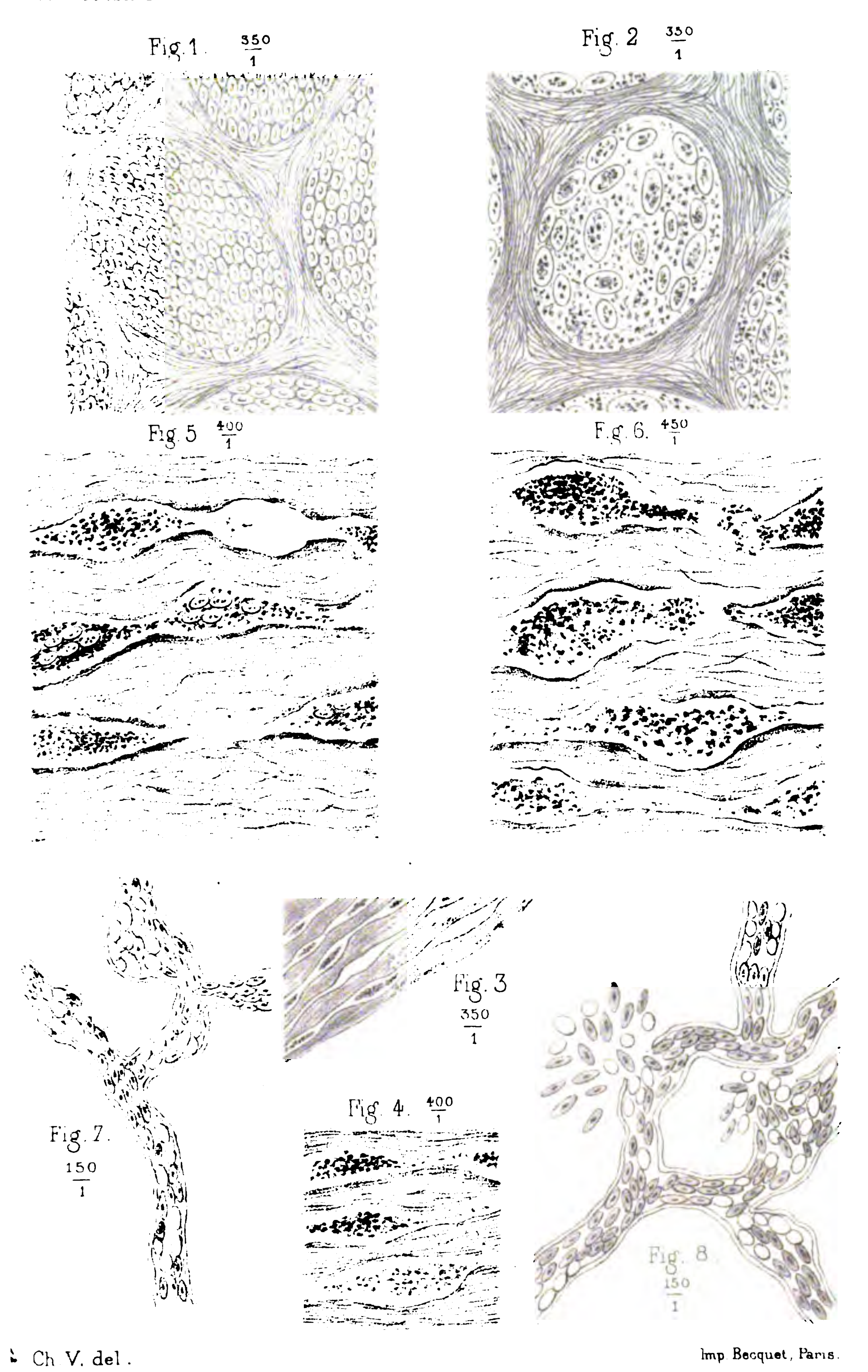
Germer Baillière Libraire à Paris.



Mégnin ad nat. del. Imp. Becquet, Paris

Tyroglyphus rostro-serratus, Mégnin.

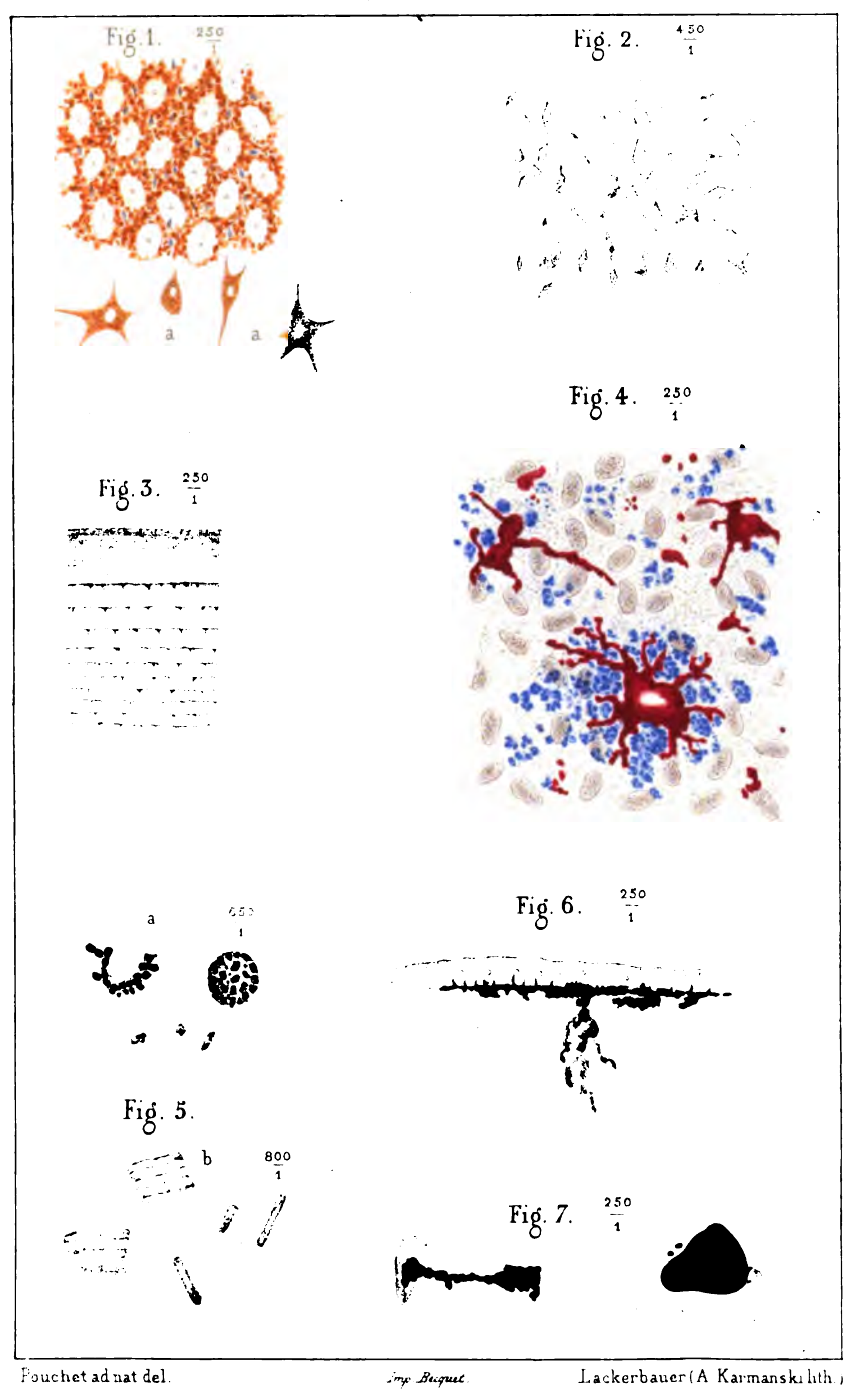
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Ch V. del. Imp. Becquet, Paris.

Inflammation du Poumon et de la Cornée.

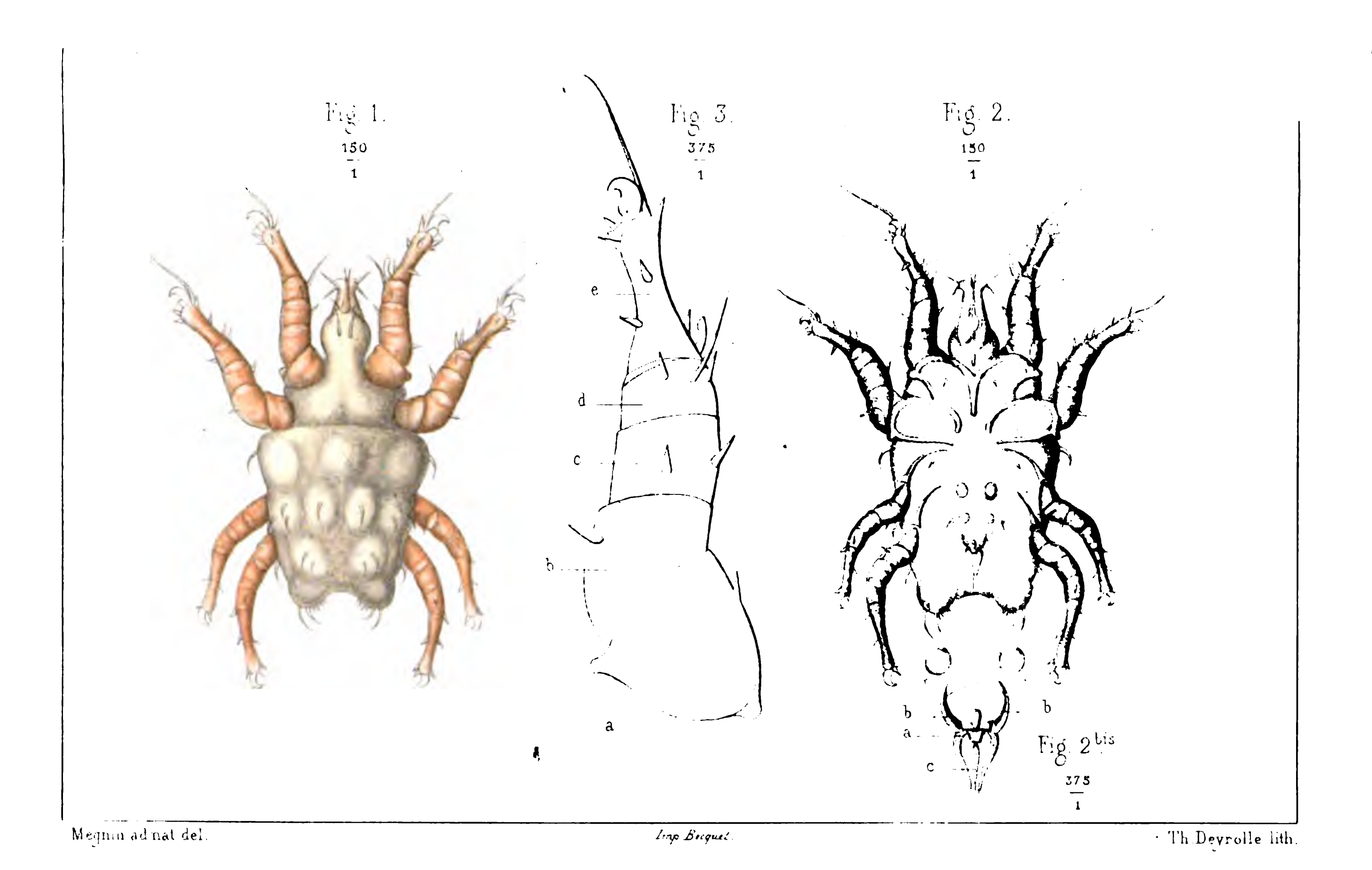
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Pouchet ad nat. del. Imp. Becquet. Lackerbauer (A. Karmanski lith.)

Recherches anatomiques sur la coloration des Crustacés

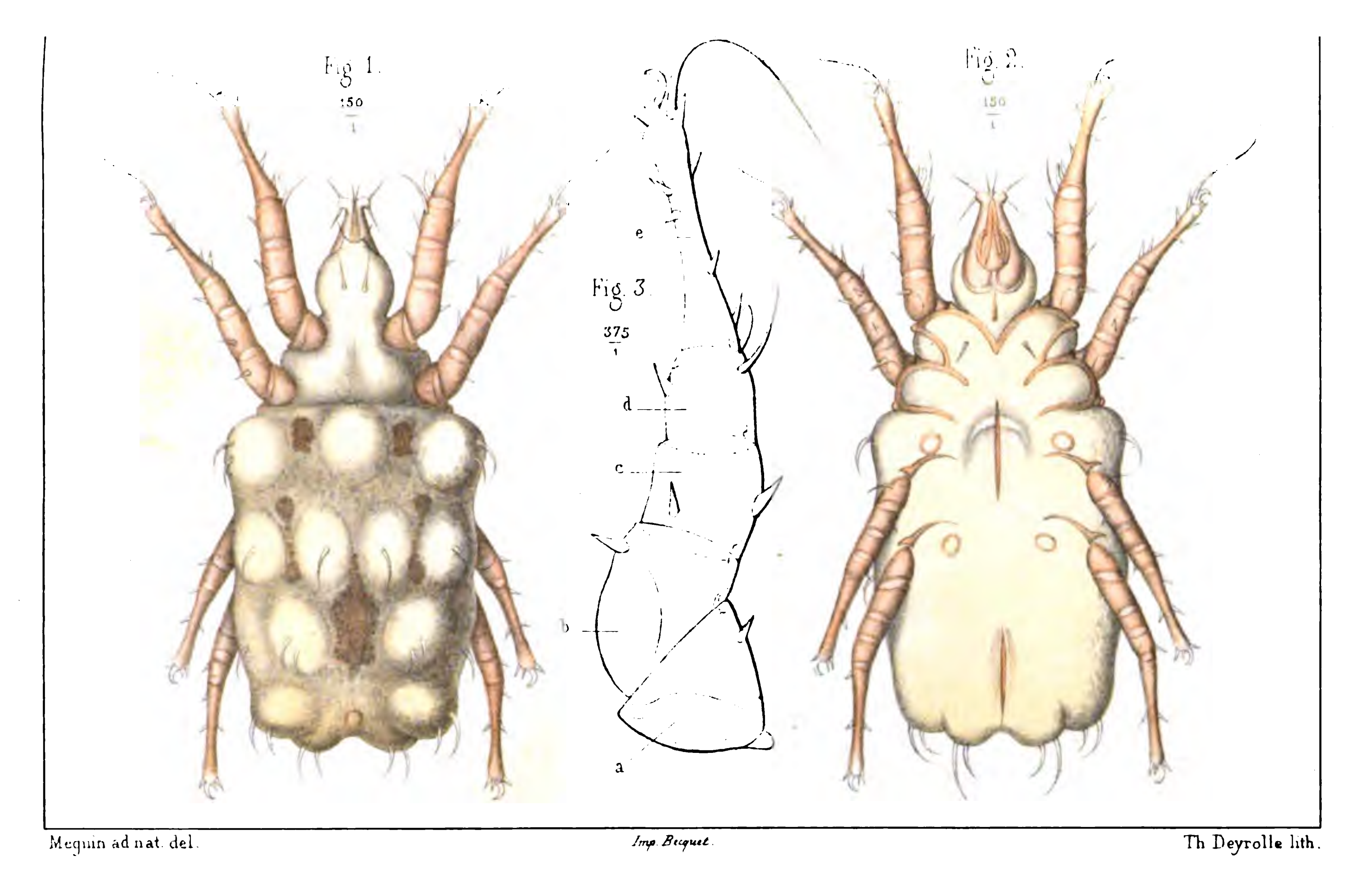
Germer Baillière Libraire à Paris.



Megnin ad nat del. Imp. Becquet. Th Deyrolle lith.

Tyroglyphus rostro-serratus ♂ Megnin.

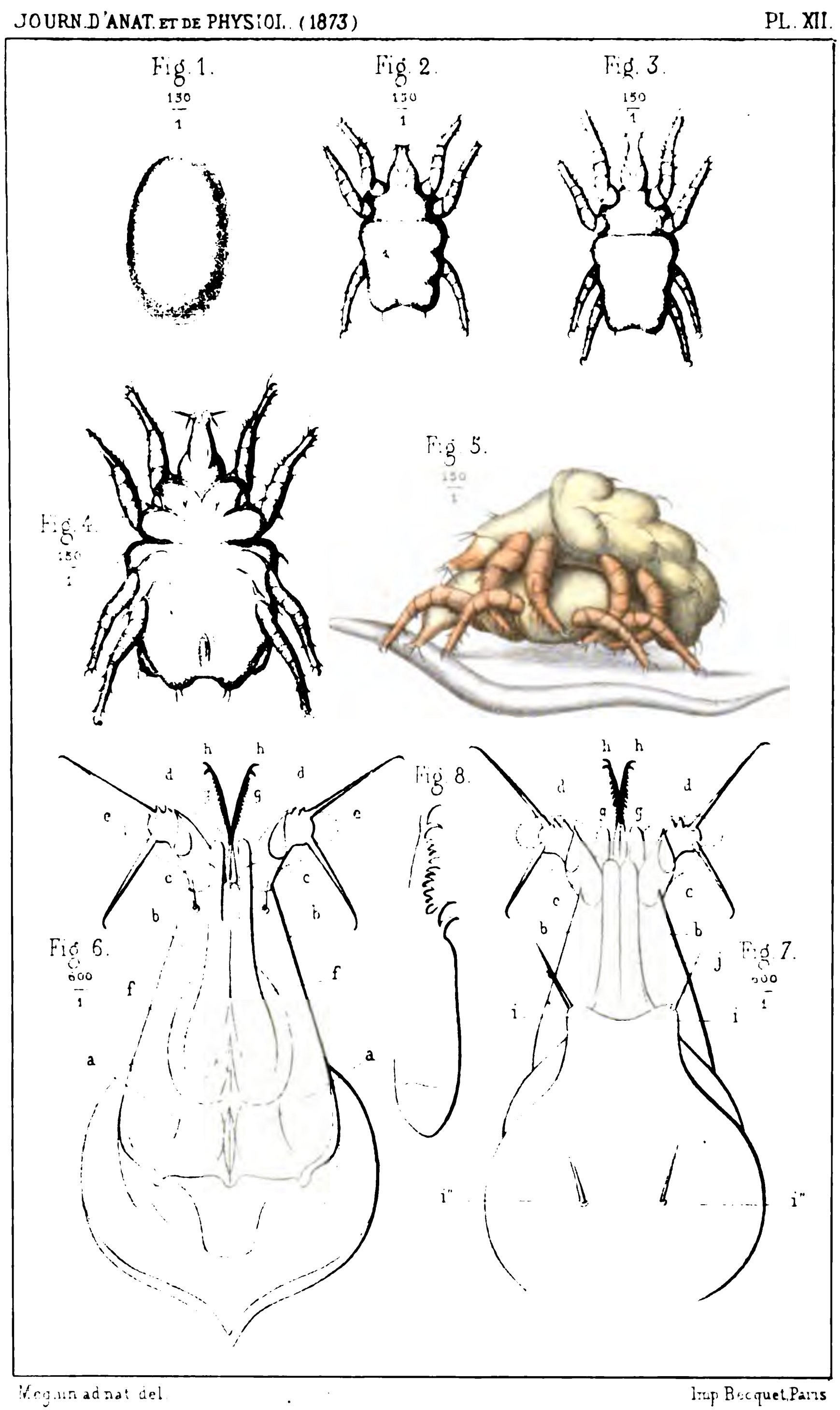
Germer Baillière Libraire à Paris



Megnin ad nat. del. — Imp. Becquet. — Th Deyrolle lith.

Tyroglyphus rostro-serratus ♀ Mégnin.

Germer Baillière Libraire à Paris

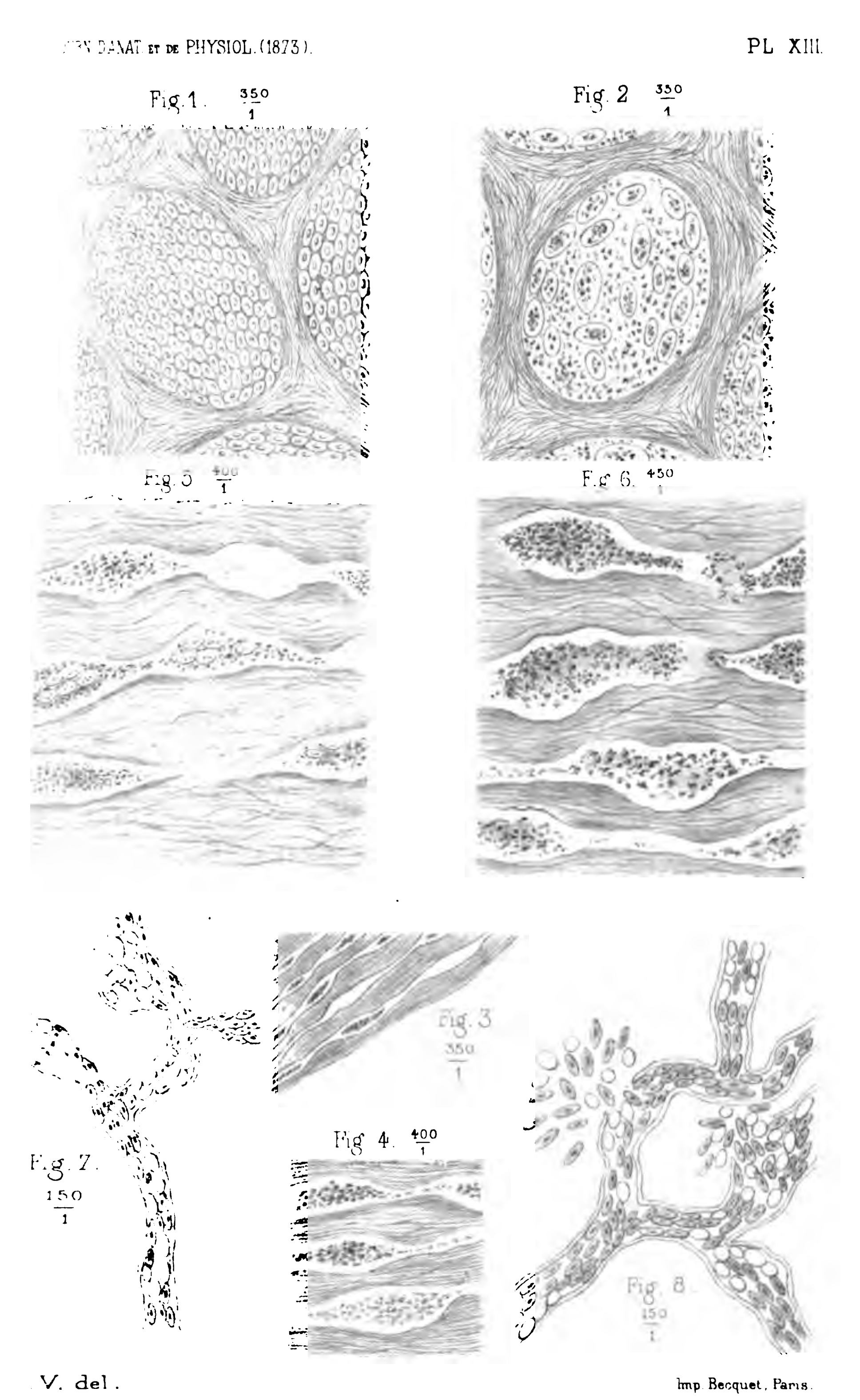


Mégnin ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris

Tyroglyphus rostro-serratus, Mégnin.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



V. del.

Imp. Becquet, Paris.

Inflammation du Poumon et de la Cornée.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig 2.

Fig. 3.

Fig 4.

Th. Deyrolle ad nat. del. et lith.

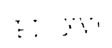
Imp. Becquet, Paris.

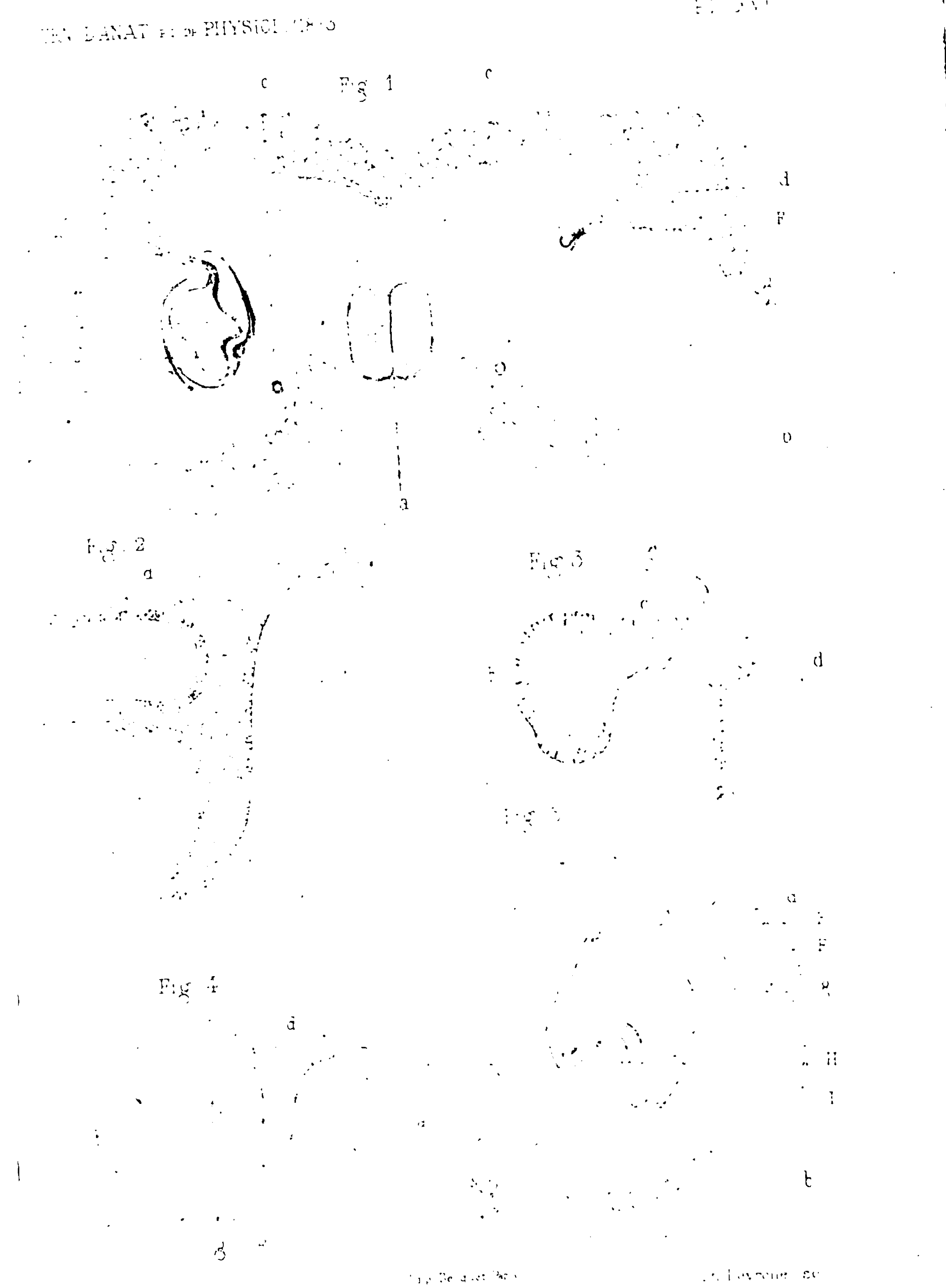
Argyrie.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



E. Magitot ad nat. del. Imp. Becquet, Paris. Th. Deyrolle, sc.
Germer Baillière, Libraire à Paris.

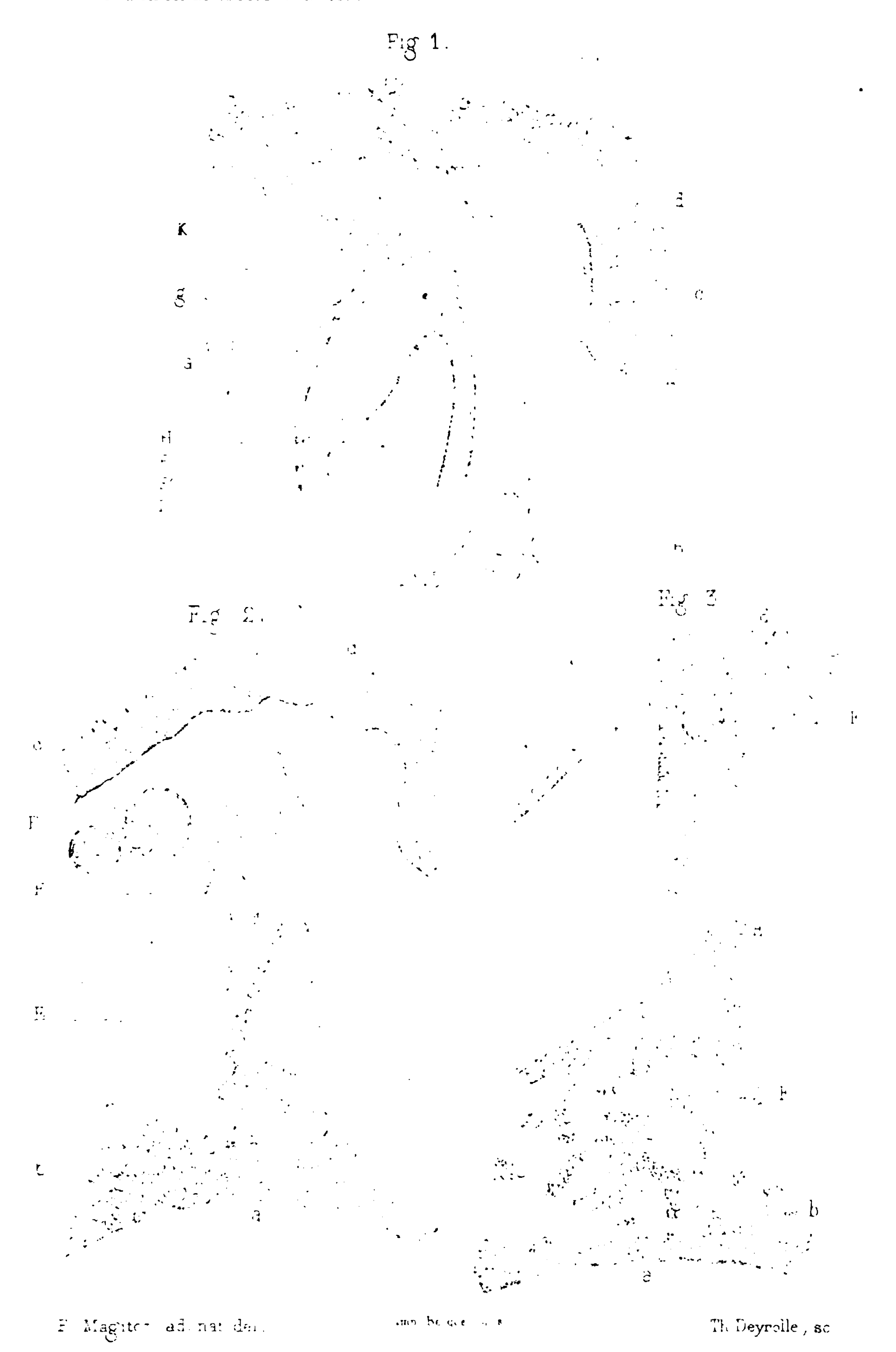




Vimer ... Libraire à Paris

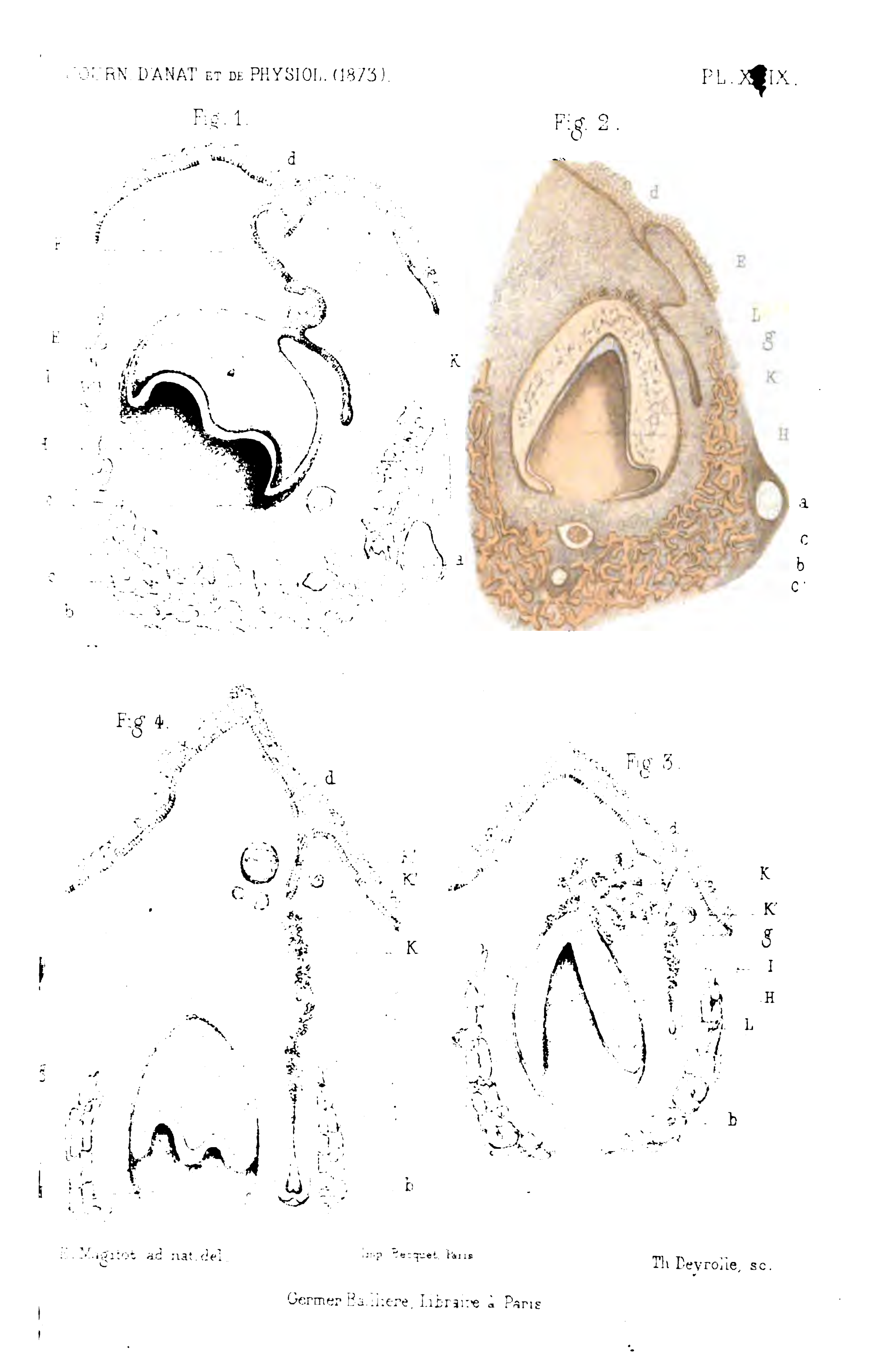


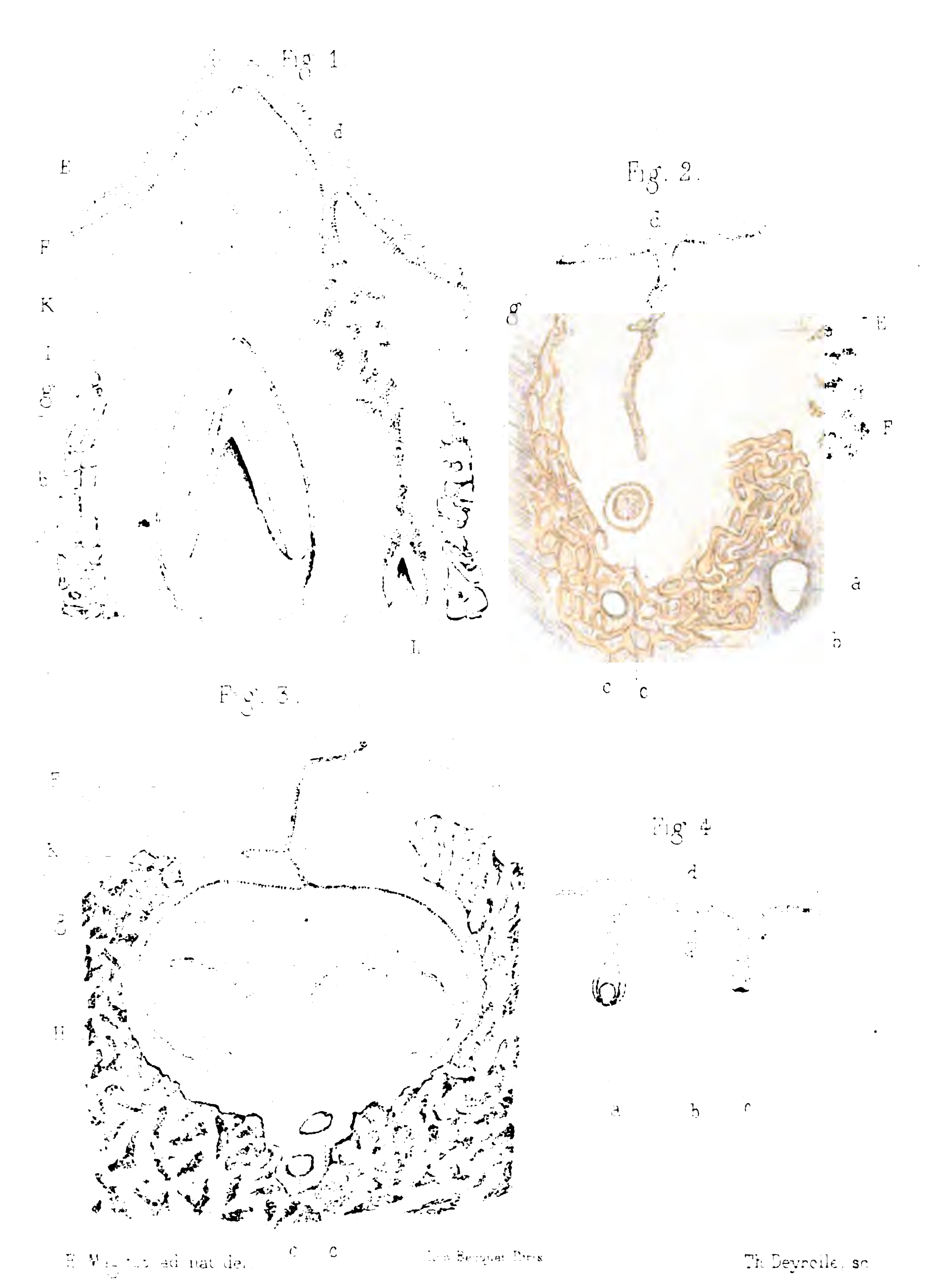
Germer Baillière Libraire à Paris



F. Magitot ad nat del.   Th. Deyrolle, sc.

Germer Baillière Libraire à Paris.


JOURN. D'ANAT. ET DE PHYSIOL. (1873).
PL. X IX.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 3.
H. Magitot ad nat. del.
Imp. Becquet Paris
Th. Deyrolle, sc.
Germer Baillière, Libraire à Paris



ad nat. del.
Th. Deyrolle, sc.
Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

a

$\frac{20}{1}$

b

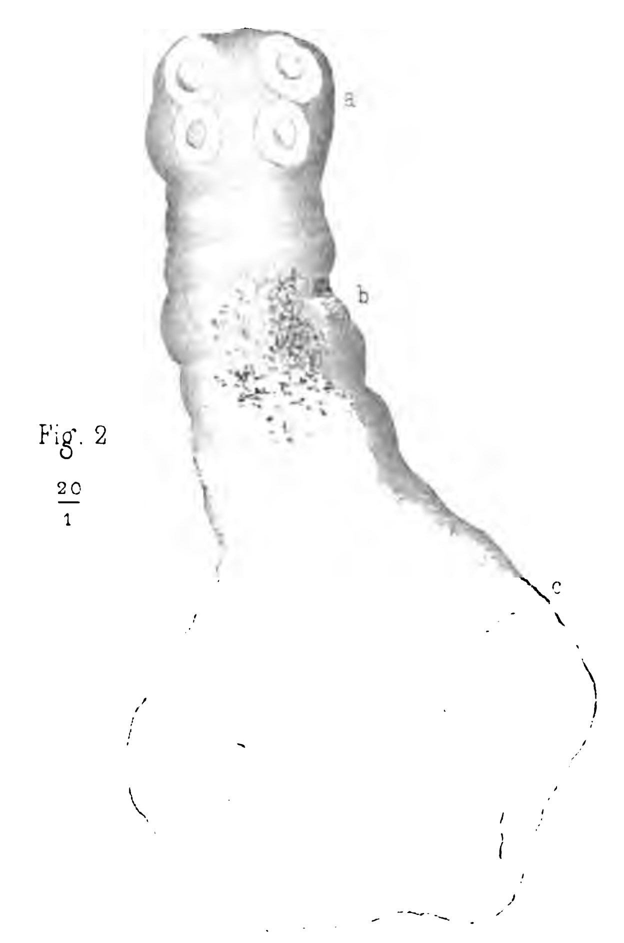


Fig. 2

$\frac{20}{1}$

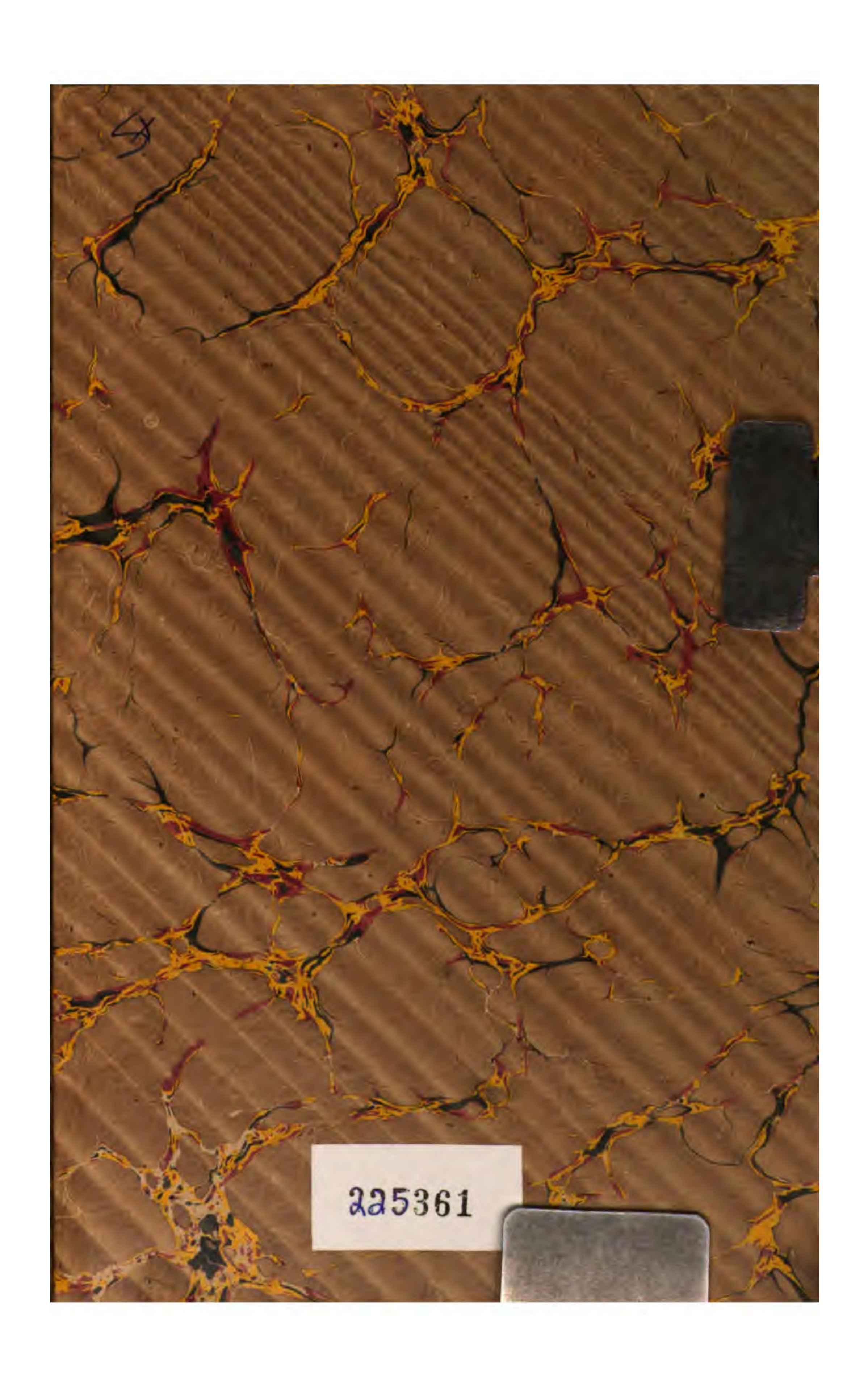
A. Lombard, del.

Imp. Becquet, Paris

Scolex du Tænia Mediocanellata.

Germer Baillière, Libraire à Paris.




225361

